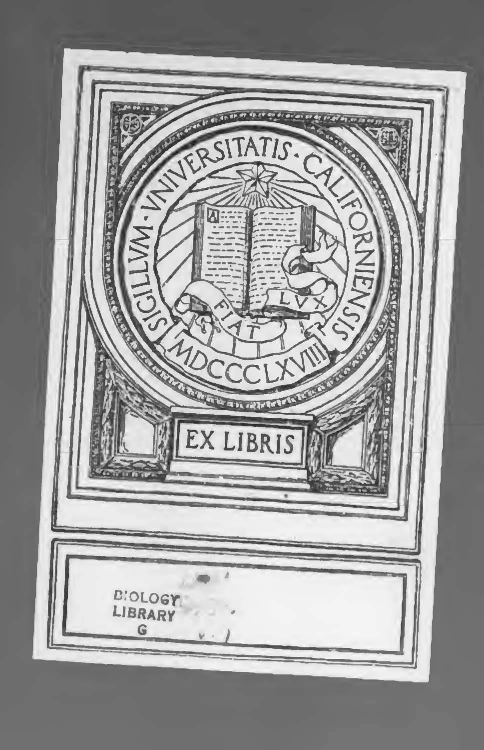
Allgemeine zoologie, oder Grundgesetze des thierischen ...

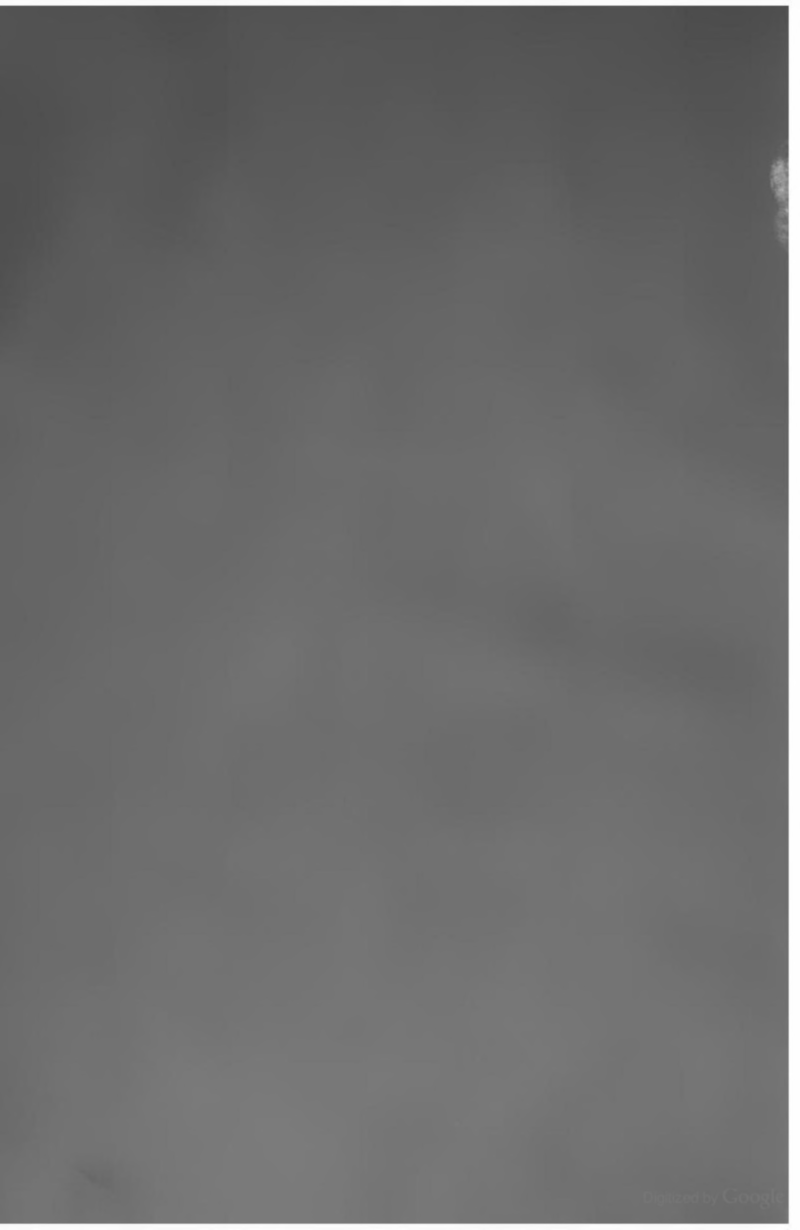
Heinrich Alexander Pagenstecher

Digitized by Google



BIOLOGY
LIBRARY
G


Digitized by Google



Digitized by Google

Allgemeine Zoologie

oder

Grundgesetze des thierischen Baus und Lebens

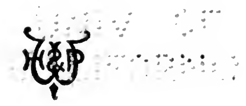
von

H. Alexander Pagenstecher

Med. und Phil. Dr., ord. öff. Professor der Zoologie, der Palaeontologie und der landwirthschaftlichen Thierlehre, Director des Zoologisch-Zootomischen Instituts und Museums, des Museums für Palaeontologie und des Instituts und Museums für landwirthschaftliche Thierlehre an der Universität Heidelberg.

Erster Theil.

Mit 33 Holzschnitten.



Berlin.

Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey,

Verlagsbuchhandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

1875.

Digitized by Google

QL42
P23
v.1
BIOLOGY
LIBRARY
G

Verfasser und Verleger behalten sich das Uebersetzungsrecht vor.

UNIV. OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Seinem hochverehrten und lieben Freunde

Herrn Professor Dr. Rudolf Leuckart

widmet

zum Silberhochzeitsfeste am 25. August 1875

dieses Buch

in unwandelbarer Anhänglichkeit

der Verfasser

H. Alexander Pagenstecher.

283152

Digitized by Google

Widmung.

Hochverehrter und lieber Freund!

Gestatte, dass ich Dir dieses Buch zu einem Feste häuslichen Glückes widme, indem ich gedenke, welche Bedeutung für die Leistungsfähigkeit eines Gelehrten, dessen Arbeit nicht in so ausgezeichneter Weise hätte gedeihen können ohne innere Freiheit und Harmonie, das haben musste, was ein freundliches Geschick Dir in der treuen Hingebung einer edlen und klugen Gattin und im frohen Aufblühen begabter Kinder schenkte.

Mit Deinem arbeitsamen und an Erfolgen reichen Leben durfte ich schon als Jüngling im gleichzeitigen Beginne unserer medizinischen Studien an der Georgia Augusta in innigen Verkehr treten. Es war mir vergönnt, die damals gewonnenen Beziehungen wieder aufzufrischen und fortzusetzen in nunmehr fast zwanzigjähriger Gemeinschaft der Lebensaufgabe, wie in gemeinsam ausgeführter Arbeit, so und öfter im regen Austausch der Gedanken — ich allerdings unendlich mehr empfangend als zu geben im Stande. Diese geistigen Bande verstärkten sich in glücklichster Weise durch zärtliche Verhältnisse des Familienlebens, welches für mich an dem Tage, an welchem ich diese Zeilen schreibe, am gleichen Abschnitte steht, an welchen es für Dich an jenem Tage gelangen wird, zu welchem ich Dir dieses Buch widme. Diese Verbindung mit Dir rechne ich zu meinen grössten Reichthümern.

Möge dieselbe mit den Jahren an Innigkeit nur zunehmen. Wie sie in der Jugend und in der Reife unserer wissenschaftlichen Kraft uns eine Freude und mir ein Stolz war und ist, so gewähre sie uns

Digitized by Google

im letzten Abschnitte des Lebensweges Erhebung und, wenn es nöthig ist, Trost.

Ich bitte Dich, mein Buch mit derjenigen Nachsicht aufzunehmen, welche Du so oft gegen mich hattest.

Dasselbe muss im Ganzen selbst für sich sprechen und ich habe nur wenige Worte vorherzuschicken.

Das Werk ist in einer Zeit entstanden, in welcher unserer Disziplin aus der Masse des Materials und den Ansprüchen an Feinheit der Untersuchung und Genauigkeit der Beschreibung sehr grosse Schwierigkeiten erwachsen. Diesen weichen Einige aus, indem sie sich ausschliesslich dem einen oder anderen Theile widmen. Solche beschränken und vertiefen sich manchmal so sehr, dass es kaum einen Zweiten giebt, der mit ihnen auf gleicher Bahn schritte, der auch nur sie ohne Weiteres vollkommen zu würdigen verstände. Sie pflegen das Uebrige gering zu achten. Andere glauben sich überhaupt nicht in das Einzelne verlieren zu sollen und meinen, ohne immer wieder in die Thatsachen eindringen, ohne diese regieren lassen, ohne sie stets wieder zur Gewinnung neuer Kraft befragen zu dürfen, die wissenschaftliche Höhe durch philosophische Operationen erklimmen zu können. Geführt von dem grossen Gedanken Darwin's, welcher die weitere Arbeit vieler Jahrzehnte befruchtend durchdringen wird, erkennen und verurtheilen solche namentlich die Fehler der Vorgänger. Aber sie drohen in ähnliche zu verfallen und sich in unfruchtbaren Kreisen zu bewegen, denn sie finden in dem, was die Zeit gebar, den Abschluss und gestalten Ausdrücke, welche nur durch Verflachung dem Umfange der bekannten Thatsachen gerecht werden und deren Kraft sie selbst durch Ausdehnung ihrer Anwendung auf Unbekanntes noch mehr schwächen, so und nur dadurch zum Schlüssel für Alles.

Während die Menge der Publikationen und der Charakter vieler glauben lässt, dass unsere Wissenschaft immer weiteren Kreisen geöffnet werde und dadurch eine grössere Kraft gewinne, scheint ihr vielmehr von zwei Seiten Gefahr zu drohen. Einmal, dass sie für die Thatsachen, weil zu umfassend, ganz und gar ausgeschaltet werde aus dem Studiengange nicht allein gewöhnlicher Bildung, sondern auch anderer naturforschender Disziplinen, ja sogar aus dem der Aerzte, unter welchen sie früher ihre treuesten Anhänger zählte und welche gewiss dieser breiteren Grundlage für das biologische Verständniss nur mit dem grössten Schaden entbehren würden. Anderer-

Digitized by Google

seits, dass sie mit oberflächlichen Lebensbildern ein Spielzeug werde für die Tagesschriftsteller und in manchmal nicht weniger oberflächlichen, dann aber viel gefährlicheren, Ableitungen ein solches für die spekulative Philosophie.

Es war mein Streben, ausgehend von der Untersuchung des Werthes, welchen Beschreibung, Erklärung, Ableitung gegenüber den Wahrnehmungen haben können, die verschiedenen für das thierische Leben in Betracht kommenden Punkte, wie von gemeinsamem Boden aus, so auch mehr mit gleichem Maasse zu behandeln. Gründlichere Kenntniss des Thatsächlichen allein kann vor der kritikarmen Aufnahme der Deduktionen bewahren, welche entweder überhaupt über das durch die Thatsachen berechtigte Maass hinausgehen, oder sich nur auf herausgerissene Stücke stützen.

Hätte ich die Schwierigkeiten und das Bedenkliche meines Unternehmens nicht vorher gekannt, so würde mir Solches während der Arbeit doch sehr deutlich geworden sein. Zunächst ist es nicht das Leichteste noch das Dankbarste, leidenschaftslos das Billige abzuwägen, Jedem, den Aelteren und den Neueren gleich gerecht zu werden. Du, mein hochverehrter Freund, weisst ferner, dass in diesem Buche kein Gedanke, kein Satz sein kann, über welche man nicht, hin- und herredend, ein ganzes Buch schreiben könnte, da mir doch für das Einzelne nur spärliche Seiten zu Gebote standen. Wie unsere Objekte das thun, so befindet sich endlich auch das Ganze unserer Wissenschaft im Flusse des Lebens. Schwer fügt sich dem Werke, an welchem der Einzelne Jahre hindurch baut, noch der Stein ein, welcher, von Anderen eben vollendet, passend zu sein schiene.

Wenn Dir dies Gründe für ein nachsichtiges Urtheil sind und Du mein Buch annimmst, als eines, welches mit Nutzen von den Jüngeren unserer Wissenschaft gelesen werden könne, dann darf ich auch dem Spruche anderer Freunde und Kollegen mit Vertrauen entgegensehen.

Heidelberg, 22. July 1875.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

Digitized by Google

Digitized by Google



Erstes Buch.

Einleitende Betrachtungen.

Grundsätze der Naturbeschreibung.

Die Thierlehre ist die wissenschaftliche Beschreibung der Thiere und als solche ein Theil der Naturbeschreibung.

Die Wege, auf welchen Naturbeschreibung zu Stande kommt und die Bedeutung, welche sie hat, gelten für diesen Theil wie für die andern und für das Ganze.

Wenn man den beschreibenden Naturwissenschaften die exakten entgegenstellt, dabei der Zoologie eine Stelle unter jenen anweisend, so ist diese Sonderung weder dadurch gerechtfertigt, dass die in der einen oder andern Kategorie zu behandelnden Gegenstände an letzter Stelle verschiedene wären, noch dass die Behandlung einem andern Prinzipe zu folgen hätte. Auch die exakten Naturwissenschaften können Geschehendes nur beschreiben, auch die beschreibenden streben, auf Zusammengesetzteres, indem sie es für die Betrachtung zerlegen, die einfachern und vollkommnern Mittel der Beschreibung anzuwenden, in denen jene geübter und mit denen sie wirksamer sind. Es ist aber namentlich ganz unmöglich, den einen die Beschreibung der Vorgänge, den andern die der Produkte zuzutheilen; denn, wenn es wirklich etwas Unveränderliches zu beschreiben gäbe oder etwas beschrieben werden könnte, ohne dass weiter Vorgehendes an ihm in's Auge gefasst werden müsste, so wäre doch schon die allein der Beschreibung zu Grunde zu legende einfachste und gleichmässigste Wahrnehmung ein Vorgang.

Est ist für die Thierlehre mehr als für andre naturwissenschaftliche Disziplinen nöthig, sich die Wege, auf welchen wir zu Beschreibungen gelangen, und die Bedeutung, welche solche zu haben vermögen, klar zu machen, weil es in ihr am allerschwersten ist, einfache und vollständige Beschreibungen zu geben, welche die sogenannten Wunder der Schöpfung auflösen. Die Schwierigkeiten, die sich dem entgegenstellen, haben Veranlassung gegeben, die Bedeutung der Beschreibung misszuverstehen und ihr mit andern Titeln

Digitized by Google

eine andre Stelle zuzutheilen. Aus diesem besonderen Gebiete heraus hat sich das zu einem Missstande von grösster Tragweite ausgebreitet. Man begann damit, wo es sich um thierisches Leben handelte, von der Durchführung der Beschreibung sich loszumachen und nach Lösungen zu suchen, welche ausserhalb einer solchen liegen. Diesen, an sich unwirksam, gab man in weiter zu besprechendem Widerspruch den Namen von Erklärungen. Danach übertrug man die Methode, in die zu verfallen man hier den meisten Anlass hatte, auf die andern Gebiete.

Das veranlasst uns zu prüfen, auf was Beschreibung beruht, und welche Bedeutung das durch sie Gegebene haben kann, damit man sehe, ob sie weniger anwendbar und ausreichend für die Eigenschaften der Thiere sei als für Andres; ob, indem wir darauf verzichten über sie hinauszugehen, wir etwas auslassen oder vielmehr nur vermeiden uns und Andre durch Unklarheit und trügerisches Licht zu täuschen.

Das, was wir zu diesem Zwecke hier besprechen, stellen wir an den Anfang, um einen gewissen Boden der Anschauung zu sichern; es könnte wegen unsres eigenen Handelns dabei, in Empfinden und Denken, den Schluss der ganzen Arbeit bilden.

Beschreibung bedeutet Darstellung des an einer Sache Erfahrenen.

Wir kennen eine sinnliche Erfahrung; das heisst, wir bezeichnen mit diesem Ausdrucke Zustände, welche durch Einwirkung von Gegenständen auf uns in uns eintreten in dem Falle, dass bei dieser Einwirkung unsre Sinnesorgane Eindrücke erlitten haben.

Streng genommen ist dabei der Eindruck, den unsre Sinnesorgane erlitten haben, weder der einzige Eindruck, der uns getroffen hat, noch ist der ganze Eindruck durch jene Organe hindurchgegangen, oder es ist doch in der Regel nicht so. Von Licht, welches auf unser Auge wirkte, sind auch Strahlen auf andre Körpertheile gefallen, ohne vielleicht dort, als Wärme, empfunden zu werden; eine Schallwelle, die unser Ohr traf, erschütterte den ganzen Körper, obwohl unser Gefühl nicht fein genug war, dies zu bemerken. Alles das muss Effekte gehabt haben, aber wir haben keinen Nachweis und Massstab für die Einwirkung überhaupt als den des Eindrucks auf die Sinnesorgane, sei es direkt, sei es vermittelt.

Für die Sinnesempfindung sind drei Faktoren, der Gegenstand, das vermittelnde Sinneswerkzeug und das Empfindende, das Subjekt, welches wir in Voranstellung unsrer Person als das Herrschende zu betrachten pflegen, obwohl das die Empfindung Erregende eher ein solches ist, mit seinen besondren Theilen, an welchen die Empfindung weiter wirksam ist. Solche Faktoren sind beispielsweise: eine Lichtwelle, ein Auge, ein menschliches Gehirn. Nehme ich eins von diesen dreien weg, so habe ich, wenn es das Vermittelnde ist, keine Sinnesempfindung mehr; ist es eins der beiden andern, überhaupt keine Empfin-

Digitized by Google

dung. Es soll hier nicht untersucht werden, wie weit eine Sinnestäuschung eine Missdeutung von auf ein Sinnesorgan einwirkenden Eindrücken sei, wie weit aber von den besondren Sinnesorganen unabhängig.

Es handelt sich also bei einer Sinnesempfindung um eine Veränderung in dem empfindenden Subjekte. Den Rückschluss auf Vorhandensein desjenigen, was diese Empfindung veranlasste, nennen wir eine Wahrnehmung; die Veränderung selbst, den Zustand, welcher weiter zur Geltung kommt, nennen wir Erfahrung. Geschichtlich wäre eine Umkehrung der Darstellung gerechtfertigt, da man viel früher von Erfahrungen, Wahrnehmungen und Empfindungen redete, als man daran denken konnte, es sei damit eine durch das Auge zum Hirn gelangte, dieses verändernde Einwirkung verbunden.

Da Beschreibungen das Erfahrene ausdrücken sollen, so wäre es von der grössten Wichtigkeit, wenn wir uns bestimmtere Vorstellungen darüber bilden könnten, wie Sinnesempfindungen wirken. Man kann nachweisen, dass dabei Uebertragung von Bewegung nach den sonst gültigen Gesetzen der Mechanik geschieht. Es fällt also bereits zum Theil das hier Geschehende in die Aufgabe dieser Wissenschaft. Aber überall hin reicht dieser Nachweis nicht. Nur indem man aus Erfahrungen an andern Stellen, namentlich in der anorganischen Natur, ergänzt, und vorzüglich mit Rücksicht darauf, dass die Wissenschaft immer weiter die Gültigkeit des sogenannten Kausalitätsprinzipes erkannt hat, kann man dazu gelangen, die Gesetze der Mechanik als in lebenden Körpern allgemein gültig anzunehmen und hoffen, es werde gelingen, alles hier Stattfindende in sie einzureihen.

Die Sinnesempfindungen, welche Erfahrungen erzeugen, können zusammengesetzt und zerlegbar sein. Wie gemischte Empfindungen können die gesonderten, wie ganze, so Theilempfindungen Erfahrungen erzeugen. Durch Theilung kann eine Empfindung nach verschiedenen Richtungen hin wirksam sein und ebenso können nach einander folgende Empfindungen sich zu einer gemeinsamen Wirkung verbinden. So entstehn Erfahrungen nicht mehr einzelnen Wahrnehmungen genau entsprechend, ihnen abgelesen, eine Photographie derselben, sondern mit einem Wesen, kombinirt aus verschiedenen Empfindungen, eingebracht zu verschiedener Zeit, vielleicht durch verschiedene Sinnesorgane, je nach Zusammentreffen oder Folge.

Die Empfindenden sind ungleich. Wären sie ursprünglich gleich gewesen, so würde durch das Empfinden Verschiedenheit in ihnen entstehn, da dieses, den Einzelnen ungleich in Menge und Art zukommend, die Zustände ungleich ändert; selbst dabei in der Regel nur ein Theil des ändernd Einwirkenden.

Diese Verschiedenheit lässt sich nicht nur ableiten, sondern sie ist auch nachweisbar, so zunächst an dem Mittelgliede, den Sinnesorganen. Der eine ist kurzsichtig aus starkem Brechungsexponenten der durchsichtigen Theile

Digitized by Google

des Auges, der Andre harthörig wegen Veränderungen an seinen Gehörknöchelchen. Das lehrt direkt die Untersuchung der Organe, ohne Befragen der Person. In dem verborgenen, letzten Faktor, dem Nervenapparate, dürfte die Verschiedenheit noch grösser sein. Die Bedeutung einiger Verschiedenheiten kann man theilweise würdigen: absolute Grösse des Gehirns, relative zum Körper, in den Theilen und zum Rückenmark, Leitungswiderstände der Nervenfasern. Die ersichtlichen Effekte sind jedoch grösstentheils nicht auf bekannte Motive zurückzuführen, oder nur auf solche, welche nicht bestimmter zu beschreiben sind als jene selbst. So wird Einer durch etwas Geschehendes nicht berührt, der Andre zum heftigen Zorne, der Dritte zu stiller Zufriedenheit bestimmt, und wir wissen es nur zu begründen, indem wir sagen, der ist so geartet, gewöhnt, erzogen, hat sich nicht beherrschen gelernt, oder indem wir es nach Analogie andrer Erfahrungen in Verbindung mit Motiven bringen, deren innere Wirkung uns ebenso unbekannt geblieben war, als hier die innere Veranlassung.

Wie vom Empfundenen hängt das in der Empfindung Geschehende auch vom Empfindenden ab. Die Ungleichheit muss ebenso gut für die Theilempfindungen möglich sein und auch gelten für den ganzen Vorgang der Bildung von Erfahrung in Zerlegung und Verbindung, das ist Verarbeitung von Sinnesempfindungen. An sich Gleiches kann also in verschiedenen Subjekten, und das schliesst ein in derselben Person zu verschiedenen Zeiten, sehr verschiedene Erfahrungen zurücklassen.

Die Veränderungen, welche im Zentralnervensystem von Aussen durch Vermittelung der Sinnesorgane erzeugt worden sind, bilden nur eine Gruppe unter den Veränderungen, welche in diesem Systeme überhaupt eintreten. Wie weit sind die übrigen Veränderungen den auf jenem Wege geschehenden, Erfahrung erzeugenden, vergleichbar?

Das Zentralnervensystem steht den übrigen Theilen des Körpers grade gegenüber wie der Aussenwelt; es kann durch die Sinne von ihm Eindrücke empfangen, ja es empfindet die Aussenwelt nur durch Veränderung an den Theilen des Körpers. Die Sinnesorgane sind die für äussere Einwirkung empfindlichsten, für die Uebertragung geeignetsten Theile. Dass sie selbst dabei verändert werden, beweist die vorübergehende Abstumpfung, nervöse Ermüdung. Von ihnen wird durch besondere Leitungen die Veränderung wirksam auf das Zentralnervensystem, man kann sagen, sie wird übertragen, fortgepflanzt. Das Hirn empfindet Lichtwellen durch die Veränderungen, welche dieselben in der Netzhaut des Auges erzeugten.

Wir wissen dabei noch nicht einmal, wie wir die spezifischen höheren Sinnesempfindungen im Vergleich mit der verbreitetern des Gefühls für Temperaturunterschiede und für sogenannte mechanische Einwirkungen verstehn sollen. Gewisse Theile des Körpers sind auch mit dieser nur spärlich ausgerüstet, wenig mittheilsam an das Gehirn.

Digitized by Google

Aus gleichartigen Aenderungen in den Sinnesorganen wird das Nervensystem gleichartig angeregt, mögen diese Veränderungen herstammen, woher sie wollen, mögen sie auch auf ein andres Sinnesorgan oder mit theilweiser Umänderung der Umstände ungleich wirken und ihre Quellen sich dadurch ungleichartig erweisen.

Das Zentralnervensystem kann aber auch beeinflusst werden von Veränderungen in Körpertheilen, welche nicht Sinnesorgane sind und ohne Dazwischentreten solcher. Seine Theile werden vorzüglich berührt von Zustandsänderungen der ihnen gleichen oder ähnlichen Theile, die in besonders gearteter Verknüpfung mit ihnen stehn, nach Art der Verbindung mit den Sinneswerkzeugen; eine Ganglienzelle wird beeinflusst von dem, was in andern vorgeht. Die in solcher Weise empfangenen Eindrücke mögen ursprünglich auf Sinneseindrücke bezogen werden können, direkt sind sie solche nicht. In derselben Weise der Leitung übermittelt scheinen sie im Effekte gleichbedeutend. Sie helfen an der betreffenden Stelle des Nervensystems Erfahrungen bilden; kombiniren sich mit den frischen und den frühern im Ganzen oder zu Theilen nach der allseits möglichen Zerlegung. Es liegt sehr nahe anzunehmen, dass überhaupt jede durch eine Leitung einer Ganglienzelle zugeführte Einwirkung den Charakter einer Empfindung habe, dass sie einer Erfahrung Vergleichbares erzeuge, und dass es dabei im Prinzipe nicht in Betracht komme, ob überhaupt je eine Sinnesempfindung mitgespielt habe. Es würden dann die auf dem Wege der Ernährung, sei es im Ausgewachsenen, sei es im sich Aufbauenden eintretenden Aenderungen wie Empfindungen bestimmend wirken, in der einzelnen Wirkung ganz gleich bei gleicher Beschaffenheit. Es würde Erfahrung ohne Sinnesempfindung geben und es würden bei der Bildung des Schatzes von Erfahrung solche Einflüsse bestimmend neben dem im gewöhnlichen Sinne des Wortes Erfahrenen wirken.

Wo das Nervensystem fehlt, es ersetzend oder neben ihm wirksam können Theile gedacht werden, welche vergleichbare Veränderungen erleiden, ohne identischen Bau zu besitzen. Man kann Erscheinungen an lebenden Körpern am Besten so beschreiben, es vermöge organischer Substanz auch ohne jene besondern Einrichtungen zu empfinden.

Die Motive zu dieser Behauptung entnimmt man niedern Organismen. Obwohl sie jene Einrichtungen nicht haben, erschliessen wir Empfindung, weil auf Reizungen ähnliche Effekte eintreten, wie wir sie bei Vermittlung durch Sinnesorgane sehen: Bewegungen. Die logische Nothwendigkeit der vollen Identität des Geschehenden schwindet allerdings schon mit dem Mangel der sichtbaren Einrichtungen. Man könnte beanspruchen, dass mit Wegfall dieser von Empfindung nicht mehr geredet werde. Es dauert jedoch über die Existenz solcher hinaus einige Analogie für das Bilden der Erfahrung und so darf man jene besondern Einrichtungen als zwar das Wirksamste aber doch nicht Unentbehrliches, als etwas Sekundäres ansehn.

Digitized by Google

Bei solchen niedriger Organisirten erscheint es uns leichter, die Motive der Effekte, die anderswo durch Sinnesempfindung erzeugt werden, gleicher Weise aus Einflüssen zu entnehmen, die bei höhern Thieren viel ferner zu stehn scheinen. Wenn der Haupteffekt solcher andren Einflüsse in einer Gruppe von Erscheinungen liegt, die wir als Ernährung zusammenfassen, dann können wir, was an Veränderungen sonst auf Sinnesempfindung begründet zu werden pflegt, in einem gewissen Sinne den Vorgängen der Ernährung und des Umsatzes unterstellen. Dann wird Erfahrungsbildung als etwas an der organischen Substanz sich nothwendig aus gewissen sie treffenden Umständen Ergebendes, als ein wesentlicher Theil chemischer und physikalischer Vorgänge sich darstellen.

Ein solches Zusammenlegen des Stoffwechsels an gewissen organischen Bestandtheilen und der Erfahrung ist jedoch nur Theorie. Auf das Thatsächliche würde sich folgende Beschreibung beschränken: Einen organischen Körper treffende Bewegung erregt in ihm Bewegung in irgend einer Form. Licht, Schall, elektrische Ströme, Stösse erregen im Nervensystem Bewegung, sie mögen übermittelt sein durch die Sinnesorgane oder auf einem andern Wege. Die Form der übertragnen Bewegung kann verschieden sein und wenn in gewissen Fällen Empfindung und Erfahrungsbildung auftritt, so ist die gleiche Folge für alle Einflüsse anzunehmen gar nicht nöthig und nicht ohne Weiteres erlaubt. Darüber hinaus fehlt für die Ableitung von Erfahrung aus Bewegung uns jede Form und die Wenigsten werden Hoffnung haben, dass man durch Einführung niedrer Stufen der Erfahrung in die Betrachtung und Zerlegung dahin kommen werde, jene Form zu finden.

Der Beweis, dass es auf dem Wege der gewöhnlichen Bildung der organischen Substanz Erfahrungen gebe, das heisst Zustände, welche wirksam sind wie das durch Sinnesempfindung Erworbene, wird nicht beizubringen sein, weil Erfahrungen nur in Vorstellungen sich darstellen können, für welche uns nur die durch Sinnesempfindungen erworbenen Formen zu Gebote stehn.

Es geschieht nur durch Uebersehen von Mittelstufen, wenn wir eine Vorstellung, selbst die abstrakteste, abgelöst denken von sinnlich hergestellter Erfahrung. Dieses Uebersehen geschieht leicht, weil das empfundene Ganze und Einzelne ganz zurücktreten kann gegen Vorstellungen, die in ihrer Zusammensetzung überhaupt nicht empfunden wurden. In dem Ersatz einer Sinnesempfindung durch die andre, des Sehens durch das Hören der Beschreibung, dieses durch das Sehen von Schriftzeichen, wird nicht nur die Einzelgestalt des Empfundenen, sondern die ganze Grundlage, die spezifische Sinnesempfindung verloren und es bildet sich aus dem zeitlich, räumlich und in den Sinnen Getrennten eine einheitliche neue Vorstellung.

Die Meinung, dass eine Vorstellung unbewusst existire, das heisst, ehe

Digitized by Google

und ohne dass sie zum Bewusstsein kommt, dass ihre Existenz von dem Bewusstwerden unabhängig sei, entsteht wohl daraus, dass man übersieht, wie in einem Augenblicke aus einer Zahl von Vorstellungen eine einfachere gebildet oder eine Vorstellung, was dahin gehört, aus einer weniger deutlichen in eine klarere Form gebracht wird. Auf die Philosophie des Unbewussten können wir natürlich hier weiter nicht eintreten, auch auf die Gefahr hin, mit der Meinung, Vorstellungen zu haben und sich etwas bewusst sein, sei einerlei, nicht über den, wie v. Hartmann es nennt, naiven Standpunkt von Cartesius und Locke hinausgekommen zu scheinen. Nur wollen wir betonen, dass, wie wir „Vorstellung" verstehn, die Bestreitung unbewusster Vorstellungen keine Bedeutung hat gegen die Erläuterung des Bewusstseins durch Unbewusstes und die Setzung einer Verbindung zwischen Beiden.

Es bedarf also besondern Nachdenkens, um zu erkennen, dass Vorstellungen nur in durch Sinneserfahrung ermöglichten Formen erscheinen.

Für die Vorstellungen haben wir Ausdrücke. Für gleiche Erscheinungen sind durch die Mittelglieder der Empfindung und Vorstellung gleiche Ausdrücke übernommen worden. Der Ausdruck ist konventionell. Auf ihn an sich kommt nichts an in Beziehung auf das Vorstellen im Allgemeinen, so wichtig er nicht allein für die Geschichte der Sprache und Kultur, sondern auch für die Elemente der Psychologie sein mag. Derselbe Ausdruck kann in verschiedenen Sprachen und zu verschiedenen Zeiten mit gleicher Güte und Sicherheit sehr Verschiedenes, der ungleiche unter verschiedenen Verhältnissen Gleiches bezeichnen. Das wird, obwohl Jedem bekannt, wohl ausser Acht gelassen und dem Ausdruck mehr Werth gegeben, als er verdient.

Der Ausdruck erhält seinen Werth nur durch die bestimmte Beziehung; nur dadurch, dass er, wenn nicht absolut, doch relativ im gleichen Sinne angewandt wird. In dieser Beschränkung muss er stets und allein derselben Vorstellung dienen und sie decken. Damit tritt er, sei es als Pantomime, sei es als Laut, Wort, Satz, Gleichung oder in irgend einer andern Form an die Stelle einer eingehenden Beschreibung oder Aufführung dessen, was an einer Sache erfahren worden ist, an die Stelle der Sache selbst, mehrerer Sachen, der Beziehung von Sachen zu einander. Der Ausdruck ist also eine Beschreibung, in der Regel eine sehr abgekürzte.

Es ist nicht gewöhnlich, dass ein Ausdruck Alles von einer bestimmten Sache, das, was erfahren wurde und erfahren werden kann, zu umfassen bestimmt ist. Man kombinirt mehrere, die einzeln an verschiedenen Stellen dienten und deren Gesammtheit die ganze Vorstellung deckt. Das Bilden des Ausdrucks kann parallel dem Bilden der Vorstellung gehn.

Gut beschreiben heisst die Ausdrücke für auf ausreichende Erfahrung und ihr entsprechend geschickt gebildete Vorstellungen gut wählen, verbinden, ordnen.

Digitized by Google

Erklären ist nur eine Form der Beschreibung. Alles Beschreiben ist das Setzen von Beziehungen zwischen dem an einer Sache zu dem an einer andern Sache Erfahrnen. Erklären ist ein in diesem Sinne besonders zutreffendes, auswählendes Beschreiben. Es wird in Betracht genommen das Verborgene gegenüber dem Offenbaren, das Verwickelte gegenüber dem Einfachen, das Hauptsächliche gegenüber dem Nebensächlichen. Es wird gewählt eine Weise der Beschreibung, durch welche die zu beschreibende Erscheinung in Verbindung gebracht wird mit neben ihr Vorgehendem, Vorausgegangnem oder Nachfolgendem, dessen Beibringung nützlich ist, weil die Beziehung nicht gleich erkennbar war, zusammengestellt wird mit den einfachen Erscheinungen, die mit ihr gleiche Empfindung oder Theilempfindung erzeugen.

Jedes Beschreiben ist wohl im Prinzipe ein Erklären, aber es löst vielleicht die Aufgabe unvollkommen. Die Art des Beschreibens, der man diesen vorzüglichern Namen zugestehn soll, lässt sich nicht für alle Fälle gleich umgränzen, sondern ist im Einzelfalle abhängig von den Faktoren nach allen Seiten, der Sache und den Vergleichsmitteln, dem Gebenden und Empfangenden. Es kann etwas eine Erklärung heissen bei Erfüllung solcher Anforderungen in verschiednem Grade und in verschiedner Art und heute, während es morgen ohne erheblichen Inhalt, eine Phrase ist.

Für Naturbeschreibung darf man Vortheile von dieser Identifikation von Erklären und Beschreiben im Prinzipe erwarten. Auf der einen Seite entgehn wir dann dem unfruchtbaren und gefährlichen Streben, Erscheinungen durch über die Beschreibung Hinausgehendes erklären zu wollen, welches besonders die Beschreibung und Würdigung lebender Körper verwirrt und verfälscht hat. Andrerseits veredeln wir die Aufgabe der Beschreibung. Diese durch die Gegenstände bestimmt, angewiesen, nicht über das in ihnen Gegebene und sachlich aus dem Verglichenen zu Entnehmende hinauszugehn, ist nicht aussichtslos; sie löst und leistet, was gelöst und geleistet werden kann, und wir haben nur innerhalb dieser Aufgabe nach Vollendung zu streben.

Die Schwierigkeit, für die zahlreichsten und das Interesse zuerst und zumeist in Anspruch nehmenden fertigen Naturprodukte und das an ihnen Geschehende in der Beschreibung über das Ungenügende und Weitläufige hinauszukommen, hat die sich damit beschäftigenden naturwissenschaftlichen Disziplinen für den geistigen Werth der Leistung in einen wenig guten Kredit gebracht. Sie schienen sich nicht wesentlich über das Laienhafte zu erheben. Es ist darin Vieles besser geworden, seit für die Untersuchungen mehr Intensität als Extensität beansprucht wird.

Man wird nie vergessen dürfen, dass die schwierigern Aufgaben die höhern sind, und dass der Reichthum organischer Gestaltung und Thätigkeit ein Feld bietet, auf welchem nicht etwa nur unklare Gemüthsstimmungen von

Digitized by Google

Grösse der Natur erregt, sondern in wissenschaftlicher Arbeit reiche Früchte geerntet werden können, welches auch, während unsere geistigen Mittel es nur unvollkommen zu erforschen vermögen, doch der steten Beachtung werth ist, um durch erkennbare, wenn auch schwer erreichbare Ziele anzuspornen.

Für das Verhältniss zwischen Vorstellung und Ausdruck bleibt die Vorfrage, ob von den Verschiednen gleiche Vorstellungen mit gleichen Ausdrücken bezeichnet werden. Absolut ist das gewiss nicht der Fall wegen der Ungleichheit im Empfinden und Kombiniren. Dagegen wirkt ausgleichend, dass die an die individuell ungleiche Empfindung angelehnte Vorstellungsbildung beim Rückschluss durch dieselben individuellen Verschiedenheiten hindurchgeht und so, für den Ausdruck korrigirt, für die verschiedenen Individuen gleichartig wird. Erst, wo gewisse Unterscheidungsmittel fehlen, fehlt auch die richtige Beziehung für den konventionellen Ausdruck. Niemand von uns weiss, wie er gelernt hat, den Himmel als blau, die Wolken als weiss zu nehmen, und wir kommen wohl durch sehr wenige Erfahrung dahin, diese Farbenbezeichnungen gleich und damit richtig zu gebrauchen, ohne darum gewiss zu sein, dass dieses Blau, oder andre, durch Uebereinstimmung mit welchen wir den Begriff befestigt haben, in dem einen Auge dieselbe Veränderung erzeugen wie in dem andern. Ist nur der Eindruck im Einzelnen unterscheidbar und gleichwirkend, so wird der Ausdruck übernommen ohne Prüfung und Verständniss seiner sonstigen Beschaffenheit. Fehlt das Unterscheidungsvermögen, so schwindet das. Ist jemand für eine Farbe blind, so dass ihm ein bestimmter Eindruck von ihr nicht wird, so kann er keine Erfahrung über sie haben und die Versuche, sich der konventionellen Ausdrücke für sie zu bedienen, werden, soweit nicht ergänzende Mittel zu Gebote stehn, scheitern.

Dem, was man hier am gröbsten Beispiel erkennt, giebt die Praxis eine grössere Bedeutung und man muss sich dessen bis in's Feinste erinnern. In der Theorie aber kann man gleiche Ausdrücke als gleichen Erfahrungsinhalt vertretend annehmen.

Noch mehr in das Gebiet der Philosophie fällt die Frage, ob das Empfundene real sei. Die Beantwortung hängt davon ab, was man unter real versteht; verlangt man davon mehr, als dass von etwas bestimmte Eindrücke in dem in bestimmter Weise Gebauten erzeugt werden, so schwebt die Realität in der Luft. Dann giebt es aber nichts Reales, auch das empfindende Subjekt nicht, dessen Existenz ebenso nur in der Empfindung beruht. Dass man sich die Frage stellte, entsprang vielleicht aus dem Scheine, aus Empfindungen, welche für ein Ding in einem an erste Stelle gesetzten Theil mit den an andern gemachten übereinstimmten, sei es aus ihrer eignen Beschaffenheit, sei es aus der besondern Natur des Empfindenden, aber für andre Theile nicht, so dass erst geglaubte Identitäten nach-

Digitized by Google

her im Stiche liessen, aus den Täuschungen der Sinne. Aber Sinnestäuschungen sind auch Wahrnehmungen aus Realem entsprungen, nur haben wir, indem wir aus Gewohnheit oder andern Gründen gewisse Untersuchungsmittel bei Seite liessen, eine irrige Vorstellung gebildet.

Für die Praxis resultirt aus der Unsicherheit des Ausdrucks eine erhebliche Quelle für Mängel der Beschreibung. Nicht am wenigsten für wissenschaftliche Schlagwörter. In knapper Form schlossen sie sich an eine in irgend welcher Zeit gebildete Vorstellung von scharf begränztem und best bekanntem Inhalt an und, den Veränderungen, die die Erfahrung über die Sache im weitern Verlauf erleidet, sich anzupassen behindert, thut der Ausdruck der Vorstellung eine Zeit lang Zwang an, bevor die Form zerbrochen wird.

Viel mehr Mängel der Beschreibung entsprangen jedoch daraus, dass man für dieselbe weniger nach Vollendung als nach Abschluss strebte. Man füllte, an ungenügende Erfahrungen anknüpfend, die Lücken mit Analogieen und verschwendete Zeit und Mühe im Bau naturphilosophischer Palläste auf durchlöchertem Grunde, um sie eben so rasch abzubrechen. Zum Glück verlieren die Bausteine dabei nicht an Werth, nur der Mörtel.

Die Schwierigkeiten der Beschreibung und die Neigung zum Fertigstellen aus unfertiger Arbeit haben in der verschiedensten Weise Anlass gegeben, in der Lehre vom thierischen Leben, besonders vom Menschen, von dem Satze abzufallen, dass wir keine andre Aufgabe erfüllen können, als die des Beschreibens, und über die Gränzen dieses Gebietes hinaus andre Theile der Naturwissenschaft mit diesem Grundfehler zu infiziren. Man wird sich bei allen Verlockungen in solcher Richtung daran zu erinnern haben, dass ein Erklären nur durch Beschreiben möglich ist.

Ueberblick über die philosophischen Vorstellungen von der Natur, besonders vom Leben.

Alterthum und Mittelalter.

Beim Rückblick auf die philosophische Behandlung der Lehre von der Natur im Alterthume dürfen wir nicht vergessen, dass der geringere Umfang naturwissenschaftlicher Kenntniss und die Hülflosigkeit, sobald man tiefer einzudringen versuchte, es mit sich brachten, dass an die logische Ordnung bei Abstraktion oder Feststellung sogenannter Gesetze eine viel bestimmtere Kritik und auf sie ein höherer Werth gelegt wurde als an und auf die Zuverlässigkeit und Selbstständigkeit der zu Grunde liegenden Beschreibungen oder die Durchführung von Versuchen. Wenn wir danach im Ganzen das Mangelhafte begreifen und entschuldigen, so geht zugleich daraus hervor, dass,

Digitized by Google

was heute besser begründet erscheint und bevorzugt werden muss, darum nicht immer, wie es in der Vergangenheit auftrat, das besser Begründete, seine Vertreter adelnde war.

Uebrigens hat die philosophische Arbeit schon vor Tausenden von Jahren ziemlich zu denselben kritischen Punkten geführt, denen auch heute der menschliche Geist gegenüber steht und zu Erklärungen, zwischen welchen auch die neuesten Zeiten hin- und hertreiben.

Vor 2400 Jahren gab Demokrit von Abdera die Grundlagen eines materialistischen Systems in den aus Erfahrungen abgeleiteten Sätzen:

1) dass in der Natur nichts zufällig, vielmehr Alles aus einem Grunde und mit Nothwendigkeit geschehe;

2) dass, wie aus nichts nichts werde, so auch nichts vernichtet werden könne, vielmehr bei allem Wechsel die Substanz beharre und Veränderung nur Verbindung und Trennung von Theilen sei.

Das Einzige im Raume Existirende waren ihm die Atome, verschieden in Grösse, Gestalt und Ordnung. Zusammensetzung aus Atomen, Theilbarkeit, ist ihm, mit andern Worten, Beschreibungsform für Alles, auch für die Seele. Deren Atome sind glatt, rund, gleich denen des Feuers, sie erzeugen, indem sie den Körper durchdringen, die Lebenserscheinungen. Die Seele, der Materie subsumirt, steht als besondere Substanzart den andern dualistisch gegenüber. Der Körper, oder die Welt, ist ihr Gefäss. Solcher Materialismus schloss den Dualismus nicht aus, war nicht monistisch. Tief bedeutend war der Vergleich der Seele mit dem Feuer; das Leben verbraucht, das heisst verändert die andere Substanz in ihren Verbindungen.

Empedokles von Agrigent gab jenem Gegensatze die geläufige Form von Kraft und Stoff. In der sizilischen Stadt wie in andern griechischen Kolonieen bewegte sich unter reichen Umgebungen das geistige Leben freier als in dem gebundnen Wesen der Heimath. Die Natur des Landes regte mächtig an. Hier hoben verborgne Kräfte die feurige Lava; die aus dem Meere steigenden Gebirge waren voll von Versteinerungen; in den Höhlen lagen titanenhafte Gebeine, man fand den Bernstein mit der geheimnissvollen Anziehung.

Empedokles schied zuerst die vier Elemente der Materie; sie wurden ihm ergriffen von den zwei von ihnen unabhängigen Kräften, der Liebe und dem Hass, der Anziehung und Abstossung in zufälligem Spiele und dadurch geformt. Von dem so Entstandnen erhielt sich, was dessen fähig war, das Zweckmässige; das Unzweckmässige verging, fand kein Bestehn. So entstand an Organischem Mancherlei, hier ein Auge ohne Gesicht, dort ein Arm ohne Körper, bis im Durchprobiren ein zweckmässiges, fortpflanzungsfähiges Geschöpf zufällig wurde und davon Abgeleitetes Bestehen fand, während die ungeschickten Bildungen verschwanden.

Die Gedanken, welche bei Empedokles wesentlich herstammten aus dem

Digitized by Google

Anblicke der Reste verschwundner Thierformen, welche noch für ein paar Tausend Jahre als Versuche der Natur, lusus naturae galten, finden wir auf dem Boden der Philosophie der Vergleichung und Unifizirung der natürlichen Dinge ganz ähnlich zwei und ein Vierteltausend Jahre später wieder bei Oken, wenn er in seiner Biologie sagt: „Was ist die organische Welt als die theilweise Geburt des Menschen? Ist nicht das Insekt sein noch los umschwebendes Auge, die Schnecke seine abgetrennte Hand, der Vogel sein werdendes Ohr?"; hier mit der Personifizirung der Natur statt der Kraft und mit allen den Schwächen, welche der übereilten Bildung von Hauptsätzen und Anwendung auf das Einzelne anzukleben pflegen? Weniger phantastisch ist das Vergehn des Unbrauchbaren mit dem Anklang an den verunglückten Versuch der Natur bei Buffon gefasst. Und hatte nicht Darwin's Lehre, als noch, um den Unterschied gegen Lamarck's unmittelbarere Kausalitätslehre hervorzuheben, die Variabilität als eine eher mystische, der organischen Substanz anhängende, Eigenschaft erschien, innerhalb welcher bis zum glücklichen Griffe hin und her getappt und dieser wieder mit einem glücklichern vertauscht werde, ihren Schwerpunkt ziemlich im Gleichen.

Wenn Alles geschah aus dem Ergriffenwerden der Elemente der Materie in Anziehung und Abstossung, wenn das Lebendige für sein innres und äussres Geschehn denselben Grundgesetzen unterworfen war, wie die leblose Materie, so mussten die Denkprozesse einer Betrachtung unterzogen werden können, wie äussre Vorgänge. So war es konsequent, dass die philosophische Weltbetrachtung durchging durch die Lehre der Sophisten, deren erster, Protagoras, aus der Schule des Demokritos hervorging. Auch waren die ersten Ergebnisse glückliche: dass das ganze Bewusstsein aus den Empfindungen abzuleiten und dass die subjektive Verschiedenheit der Empfindenden in Rechnung zu setzen sei. Letzteres gab den Ursprung des sophistischen Satzes, dass die Empfindung überhaupt das einzige unmittelbar Gegebne sei. Dieser Sensualismus ist nicht im Widerspruch mit materialistischer Auffassung der Seele. Jener Satz ist Ausdruck dafür, dass wie das Bewusstsein so auch die Vorstellungen der sinnlichen Erfahrung entlehnt seien. Der Einzelne ist das Mass der Dinge, wie sie sind, dass sie sind, dass sie nicht sind. Der darin liegende Relativismus, dass es ein Wesen der Dinge an sich nicht, sondern nur Beziehungen giebt, ist für Urtheilsfällung von eminenter Bedeutung. Der Sophismus trieb dann auf die Spitze, dass Alles Schein, dass das Entgegengesetzte gleich wahr sei, nach dem Standpunkt, und wandelte so die Vorurtheilsfreiheit zur Gleichgültigkeit gegen die Sache; er warf, weil er das Ganze nicht haben konnte, Alles weg. Ethisch wurde dabei ausser Acht gelassen, dass Wahrheit und Schein, Gut und Böse u. s. w., wenn auch nichts Absolutes, von Einzelempfindung Unabhängiges, doch die Uebereinstimmung der Empfindung

Digitized by Google

Aller oder Vieler enthalten und so einen Werth haben und ihren Verlauf finden.

Wie die Sophisten Alles in der Auffassung des menschlichen Geistes suchten, so führte Sokrates etwas diesem Gleiches handelnd in die Natur ein. Ihm verfuhr bei Einrichtung des Weltgebäudes eine nach Zweckmässigkeitserfahrungen handelnde Vernunft. So ist auch dem Aristoteles der Zweck in der Beschreibung das Herrschende, ein den Dingen Nothwendiges; im Sinne des Zwecks hat der Stoff die Form. Diese teleologische Auffassung der letzten Ursachen behielt bei den Alten mehr den Charakter eines mechanischen Verständnisses, die Zweckmässigkeit war eine immanente. Erst allmählich wurde aus ihr die formale Teleologie mit extramundanem Zweck, mit vordenkender, menschähnlicher, aber übermenschlich ausgestatteter Gottheit. Ueberall ist die Teleologie darauf zurückzuführen, dass die sehr komplizirten, einen Gesammteffekt ersichtlich nur durch diese Komplikation bewirkenden Verhältnisse im Al gemeinen den Vergleich zuliessen mit vom Menschen klug zur Erreichung eines Zwecks zusammengestellten Mitteln. Aus der Wirkung konstruirte man den Nutzen, aus dem Nutzen den Zweck, um später denselben Weg wieder zurückzugehn. Es war nichts mehr Zufall, nichts mehr Wunder, wenn es erlaubt war, überall die Verkörperung der Weisheit zu finden. Die Summe der Weisheit fiel zusammen mit der Summe des Geschehenden. Man rettete sich aus unauflöslichen Problemen über Begränzung in Zeit und Raum, Stoffe und Kräfte, Leib und Seele erst auf den Boden einer allgemeinen innern Weisheit, dann auf den der von Aussen gegebenen Bestimmung.

Es war ein Mangel der formalen Teleologie für die Beschreibung zwischen dem Aufeinanderfolgenden und Auseinanderhervorgehenden, das als ein Mittelglied eingeschoben zu denken, dem menschlichen Geiste und seinen Hülfsmitteln entsprechend, was doch nur die Begriffsweise des menschlichen Geistes für das Geschehende war. Es wurde nicht beachtet, dass die Annahme eines Mittelgliedes in diesem Sinne die Räthsel nicht löste, sondern nur formal konzentrirte. Es erschien bequemer, sich damit zu bescheiden und weiteres Suchen in den einzelnen Fällen nach wirkenden Ursachen zu ersparen. Selbst nachdem Baco den Zweckbegriff in den Naturwissenschaften diskreditirt hatte und Spinoza ihn aus der Substanz unableitbar erklärte, klebte er Leibnitz noch an. Es ist allerdings die Sprache der Philosophen, nicht die der Theologen; je weniger man dem Begriffe Zweck von Menschengedanken lässt, um so eher ist er anwendbar. Wenn man Menschengedanken, Menschenwillen und Menschenzweck in das gewöhnliche mechanische Geschehen mit hineinnimmt, fallen bis zu einem gewissen Grade mit den Besonderheiten des Zwecks auch die Einwendungen gegen den Gebrauch des Ausdruckes. Dann kann man jedem Geschehen wie den menschlichen Handlungen einen Zweck leihen. Es erscheint dann

Digitized by Google

gleich, ob man das menschliche bedachte Handeln zum übrigen Geschehenden herabzieht oder dieses zu jenem und dem daraus abgeleiteten Idealen erhebt.

Man darf in vielen Fällen die teleologische Darstellung nur als eine äussere Form ansehn; Zweck ist dann Effekt in einer bestimmten, bebetrachteten Richtung.

Noch heute fürchtet der ausgezeichnete Botaniker Sachs vom Verzicht auf den Ausdruck des Zwecks eine unnütze Verarmung unsrer Sprache; und Claus glaubt[8], dass die teleologische Betrachtungsweise vortreffliche Dienste zum Verständniss der komplizirten Korrelationen und der harmonischen Gliederung des Naturlebens leiste. Aber der Ausdruck wirkt zu leicht über das Formale hinaus auf das Materielle in den Vorstellungen, deshalb sollte er, uns nur der Gewohnheit halber bequem, ausgemerzt werden. Uebrigens ist die teleologische Beschreibungsform nicht allein nützlich gewesen durch die Anlehnung an geläufige menschliche Vorstellungen, sondern sie gestattete die Mechanik aufzusuchen und hielt ab von Erklärungen, die in mehr formulirter Weise über das Beschreiben hinausgingen. Selbst wohl Erzeugerin theistischer Auffassung, half sie andrerseits diese zu monotheistischer reinigen, wurde in der Wechselwirkung mit ihr der dienende Theil und half zur Knechtung der Naturwissenschaften, zur Verarmung und Verengung.

Nachdem man sich in der Teleologie ein paar Tausend Jahre bewegt hatte und sie jene Verquickung einging, wurde der Bruch mit ihr noch mehr auffällig als schwer und konnte nicht geschehn, ohne dass der Kampf auf Felder geführt wurde, auf welchen er Viele in dem beunruhigte, was sie für das eigne und fremde Wohlergehen am bedeutsamsten erachteten.

Wenn Alles nur in der menschlichen Auffassung begründet war, mussten die Denkprozesse das Vorzüglichste, die innere Arbeit der Wahrnehmung überlegen sein. So wurde in der Ausbildung der von Sokrates überkommenen Logik bei Plato und in seiner Schule der grössere Werth auf die Abstraktion, die Definition, die Kategorieenbildung gelegt. Je mehr man sich von den Dingen, die nur Schein waren, losmachte, um so näher meinte man der Wahrheit zu kommen. Das Abstrakte, vom Aeussern, von den in Gegensatz gestellten Attributen entkleidet, dachte man als wirklich, das Schöne, das Gute als Wesen. Das ist, wie für die Geschichte der daran erlahmenden Naturbeobachtung im Allgemeinen, so im Besondern wichtig, weil es auch den ersten und hauptsächlichsten Eintheilungsbegriff traf, den der Art εἶδος, ἰδέα, gedacht als ein reales Urbild, frei vom Individuellen, scharf mit fester Gränze, nicht verschwimmend, zerfliessend.

Man vergass, dass Abstraktion nur Arbeit am Materiale, nur eine

Digitized by Google

Weise der Beschreibung von sinnlich Empfundnem ist, nicht für sich, sondern nur in Beziehung auf jenes Material Bedeutung hat. Statt dass das Abstrakte im Gegensatz stände zu den Attributen überhaupt, entsteht es selbst nur aus der Zusammennahme von Attributen von verschiednen Stellen.

Für die Erziehung zur Beschreibung und die Entwicklung der Methode gegenüber ungeschickten, schon damals gehäuften Einzeldarstellungen war der Kultus der Abstraktion und überhaupt der Dialektik unentbehrlich; er musste durchgearbeitet werden. Obwohl der Natur der Sache nach der Zusammenhang mit dem Thatsächlichen nicht vernichtet, der Werth von dessen Untersuchung nicht dauernd verleugnet werden, die letztere nur schlummern konnte, geschah das doch nicht ohne grossen Schaden für die Naturwissenschaften. Diese hatten sich in Griechenland auf günstigem Boden früh reich entwickelt. Im Vaterland und den Kolonieen berührt von Naturerscheinungen, in denen Wasser oder Feuer als zeugende Elemente gewaltig auftraten, Angesichts der Versteinerungen, die früh den menschlichen Scharfsinn herausforderten, durch die Verbindungen mit dem Norden, dem Orient, Aegypten, selbst dem fernen Westen und das überall in Buchten eintretende, gliedernde, fischreiche Meer in Beziehung gebracht zu mannigfaltiger Thierwelt, in Erbschaft asiatischer und aegyptischer Mathematik, Mechanik, Astronomie und Heilkunde hatten die Philosophen den Ausgang von der Natur genommen. Glaubte man jetzt dafür am Ziele zu sein? War der naturwissenschaftlichen Einzelnheiten wohl schon so viel geworden, dass man sich ihrer Herr zu machen erlahmte und die Fortführung philosophischer Entwicklung in sich bequemer hielt? Jedenfalls folgte hier der frühen griechischen Blüthe früher Verfall. Die Weltweisen waren, wie de Saussure sagt, mehr eilig, die Natur zu erklären, als geduldig, sie zu studiren. Auf unvollkommne Beobachtungen, meist entstellt und missgeformt in den Ueberlieferungen der Dichtkunst und des Aberglaubens, bauten sie sich Kosmogonieen, mehr gemacht, die Einbildungskraft angenehm zu unterhalten als dem Verstande durch getreue Naturbeschreibung zu genügen. Daher die unglückliche Ablösung der Philosophie von ihren alleinigen Grundlagen. Statt weiter gefördert zu werden, mussten die Naturwissenschaften zurücktreten, um sich später gegen die Philosophie, die ihre Tochter war, ihre Stelle wieder zu erkämpfen.

An dieser Stelle ist es nöthig, der Aristotelischen Schriften zu gedenken, obwohl wir auf ihren zoologischen Inhalt später zurückzukommen haben.

A r i s t o t e l e s suchte die Grundlage in der Beobachtung der Einzeldinge. „Denn," sagt er in der Thierkunde I, 6, „so ist naturgemäss die Behandlung, dass die Geschichte jedes Einzelnen den Anfang mache, denn daraus wird es klar, was darzulegen sei und aus was." Er wusste, wie unbedeutend die Erde im Weltall sei; dass sich nicht grade Alles um sie

Digitized by Google

drehe, dass auf ihr Kontinente und Meere und der Reichthum der Flüsse in einer Art wechselten, die wahrzunehmen das Einzelleben zu kurz sei. Schon bei ihm haben wir die Zurückführung des früher Vorgegangnen aus noch wirkenden Ursachen. Auch führte Aristoteles soviel Einzelnes auf, dass damit die ganze Regeneration der Zoologie nicht nur entzündet, sondern vorzugsweise gespeist werden konnte, ja dass erst die letzten Jahrzehnte zum Verständniss höchst wichtiger Punkte seiner Mittheilungen kamen. Aber regiert sind die Aristotelischen Schriften doch von jener Wandlung der philosophischen Auffassung aus dem Materialistischen in's Spiritualistische, die sich in einer anscheinend graden Entwicklungsreihe in etwa hundert Jahren hergestellt hatte. Der zoologische Inhalt von zwanzig Büchern über Naturgeschichte, Theile, Fortpflanzung, Gang, Bewegung der Thiere ist ohnehin wohl mehr die Zusammenstellung des hauptsächlichen damals Bekannten, die Hinterlassenschaft der damaligen Vergangenheit als das Ergebniss nur der eignen Erfahrungen des grossen Philosophen. Die Quellen dazu sind nicht nur fast alle verloren, sondern meist unbekannt. Es ist durchaus nicht festzustellen, wieviel von Aristoteles zuerst gesagt sei; nicht Weniges aber ist ersichtlich Vorgängern entnommen. Die langen Reihen morphologischer und mehr physiologischer Beobachtungen sind in platonischer Weise nach verschiednen spekulativen Gesichtspunkten gebildet. So vertraut Aristoteles mit dem Materiale war, tritt doch das Einzelne, Reale dabei nicht in der Gesammtgestalt entgegen. Kurz berührt, trägt es das Allgemeine. Die gewonnenen Sätze sind die Hauptsache und dienen zur Ableitung. Weil das Einzelne uns dient, erscheinen die Lücken in ihm ohne Bedeutung; die Gesammtanschauung ist fertig, Alles gelöst, verstanden.

Diese frühreife philosophisch-methodische Behandlung des Thierreichs, wie sie auch später die naturphilosophische Schule immer geübt hat, giebt weniger eine Zoologie als eine vergleichende Anatomie, und mehr Physiologie, mit dem Nachdruck auf der Vergleichung.

Die Behandlung tritt vielleicht deshalb gegenüber dem Stoff noch mehr in den Vordergrund, weil es uns in Ermanglung der andern alten Quellen weniger ersichtlich ist, dass es sich um eine Auswahl des grade dienlichsten Theils aus einem in viel grösserm Reichthum bereits wissenschaftlich aufgeschlossnen Material handelt, so dass die Grundlagen der Lehrsätze knapper erscheinen, als sie waren. Jener Reichthum des aristotelischen Zeitalters an Kenntniss zoologischer Einzelheiten lässt sich aus dem grossen, einheitlichen Style der Geschichte der Thiere sicher erschliessen. Die Beispiele, aus nach den verschiedensten Richtungen hin wohlverstandner Fülle gewählt, stehn im Dienst der Abstraktion; die Kategorieenbildung geschieht nicht um der Beschreibung, sondern um der weiter aus ihr zu gewinnenden Dienste willen; das, aus welchem abgeleitet worden ist, tritt zurück gegen die Ableitung.

Digitized by Google

In der Platonisch-Aristotelischen Philosophie wurde die vom Sinnlichen unabhängige, weitere Arbeit, welche die Vernunfterkenntnisse, *νούμενα*, bildet, von der Sinnesempfindung, welche sich auf die *φαινόμενα* bezieht, gesondert, der Geist von der Seele. Dann wurde versucht in der Metaphysik eine Philosophie zu gründen, welche abstrakt, ohne auf einen besondern Zweig gerichtet zu sein, die dem Existirenden zu Grunde liegenden Prinzipien aufsuchen sollte. Alles hierbei geschehene Unnütze und Irrige hat in der Ablösung vom Wirklichen gelegen, in der Gegensetzung des Möglichen und Wirklichen und Trennung von Substanz und Accidens, wo die Substanz, der Eigenschaften entblösst, vorstellbar sein und den Ausgangspunkt weitrer Vorstellungen bilden sollte. Aber die Möglichkeit und das Abstrakte haben keine Existenz, die gegebnen Eigenschaften konstituiren das Ding. Real ist nicht ein Pferd, welches ich seiner Farbe oder andrer Charaktere entkleidet denke, sondern nur das bestimmt bezeichnete; das Pferd als solches ist nur eine Denkform. Die Subjektivität und Relativität solcher Abstraktionen darf in Beziehung auf ihren innern Gehalt und ihre äussere Bedeutung nicht vergessen werden. Für die praktische Behandlung wissenschaftlicher Aufgaben unentbehrlich dürfen dieselben, in der Zeit stehend, keine Dogmen bilden.

Aus der Aristotelischen Schule erhob sich der Physiker Straton aus Lampsacus zu materialistisch monistischer Auffassung, indem er die Thätigkeit der Seele als wirkliche Bewegung ansah, das Leben herleitete aus der Materie innewohnenden Naturkräften und den *νοῦς* des Aristoteles aus der Empfindung.

Die Stoiker dachten sich Alles stofflich, Gott, Seele, Affekte, etwa den Tugendhaften mit Tugendstoff gefüllt. Aber der Stoff, im Empedokleischen Gegensatz zur Kraft, hat seine Qualität durch die ihn ergreifenden Kräfte; die Kraft aller Kräfte ist die Gottheit. Da sie überall der Materie entgegensteht, ergreifend, erfüllend, ist das ein dualistischer Pantheismus. Die schwierige Vorstellung vom Willen ist dabei damit gelöst, dass er ein Ausfluss der Vorherbestimmung und Nothwendigkeit sei; die Zurechnung der Handlungen wird trotzdem daraus hergeleitet, dass sie Ausdruck des eigensten Wesens des Handelnden sind. Die körperliche Seele erhalte sich eine Zeit lang nach dem Tode, die guten steigen zum Orte der Seligen und fliessen im Weltenbrand in die Einheit des göttlichen Wesens; leichte Kinderseelen können durch Muttersehnsucht angezogen, vergegenwärtigt werden.

Die Grundlage des Systems des Epikur von Samos, wenige Jahrzehnde nach dem Tode des Aristoteles war, dass alle Erkenntniss auf sinnlicher Empfindung beruhe, dass solche an sich immer wahr, das heisst thatsächlich, sei und irrig nur werden könne im Rückschluss auf die Veranlassung; dass es nur der Naturbeobachtung zukomme, die Grundlagen der

Digitized by Google

Ordnung der Weltkörper in Wechsel, Entstehn und Vergehn und die Beschaffenheit der letzten Dinge zu erforschen, dass dabei jede allgemeinere, abgeleitete Vorstellung, wenn auch für die Verarbeitung im Denken gewichtiger, doch weniger gewiss sei als das Unmittelbare, Reale. Die Seele war ihm dabei ein feiner durch den Körper zerstreuter Stoff. Vielleicht ist das nicht eigentlich materialistisch-dualistisch, Demokriteisch, sondern darin aufgenommen der Begriff des Nervensystems, dessen Organe damals noch unzureichend bekannt und gedeutet waren. Dass Aristoteles ausser Hirn und Rückenmark schon Nerven gekannt habe, kann übrigens nicht geleugnet werden. Er sagt, dass der Theil, das Organ, in welchem das Gefühl, der fünfte Sinn, erzeugt werde, namenlos sei, im Uebrigen unterbreitet er das Nervensystem der Betrachtung nach Bauidentität, Homologie, und blosser Analogie, wie andre Organe. Aus jenem „namenlos Sein" und andern Gründen scheint sogar annehmbar, dass er es als ein besondres einfaches in zusammengesetzte Bildungen als Antheil eintretendes Gewebe, in seinem Sinne als einen homöomeren Theil betrachtet habe.*) Auch kannte er allem Anschein nach zum Beispiel den grossen Infraorbitalnerven der Blindmölle, allerdings ohne ihn zu verstehn.

Es wird hauptsächlich mathematischer Schulung zugeschrieben werden dürfen, dass im Verständniss alles Geschehenden als eines Gesetzmässigen, wie es in der Epikuräischen Philosophie erscheint, die Sonderung in Gewöhnliches, Zufälliges, Wunderbares sammt dem Mythus der eingreifenden Götter bei Seite zu setzen möglich war. Bei den Römern gewann dieses System durch das Lehrgedicht des Titus Lucretius Carus „de rerum natura" im letzten Jahrhundert vor Christi Geburt grossen Einfluss. Ihm war, wie dem Empedokles, das Zweckmässige in der Natur ein sich aus der Unendlichkeit des mechanischen Geschehenkönnens ergebender Spezialfall. Für das Empfinden nahm er die Zusammensetzung eines empfindenden Ganzen aus nicht empfindenden Theilen an. Das heisst, dass empfindendes Organisches und nicht empfindendes Anorganisches für atomistische Zusammensetzung bei einander stehn; dass das Empfindende nichts Besondres in sich enthalte, dass sich nicht dem nicht Empfindenden etwas Spezifisches zu gesellen habe, um jenes zu bilden. Wie dabei es zu Empfindung komme, zu beschreiben, hat Lucrez nicht versucht. Die Seele, Anima, vergleicht er in der Durchdringung des Stoffes der Wärme, der Lebensluft, dem Salbenduft und trennt von ihr den nur im innersten Theile des Leibes, der Brust, sitzenden Animus.

*) Die Stelle, Thiergeschichte I. 4, schon von Camus „hergestellt", wahrscheinlich verdorben, ist von Aubert und Wimmer in der Uebersetzung beschädigt. Der Anfang lautet wohl besser: „Das Gefühl wird ausgeübt von einem einfachen Theile." Auf das Weitere einzugehen ist nicht am Platze.

Digitized by Google

Die spekulative Philosophie, mit den Denkformen beschäftigt, zog keinen Nutzen mehr von der Bereicherung der mathematischen und astronomischen Kenntnisse in der alexandrinischen Schule und den Fortschritten der Anatomie unter Herophilus, Erasistratus und Galenus. Sie schwankte bei Bedeutungslosigkeit der Sachen für die Grundlagen hin und her zwischen den verschiednen von den Alten gegebnen Methoden und spitzte sich zu unfruchtbarer Dialektik. Als das in Wechselwirkung mit monotheistischer Religion trat, beschränkte die eine den Horizont der andern, die Religionsvorsteher beanspruchten die philosophische Leitung, sie dehnten das Wesen der Religion, Vorschriften zu geben, aus auf die Auffassung der natürlichen Dinge in zwingenden, bindenden Dogmen. Sie erhoben Widerspruch dagegen, dass Alles der freien Forschung des menschlichen Geistes zu unterbreiten sei und dem Fortschritt der Forschung entsprechend Auffassung und Ausdruck sich zu verändern hätten. Menschenverglichnes Handeln und Wollen, aus jedem Vorgang entnommen, gaben das Material zur Gottheit; durch die Behauptung der Offenbarung wurde sie über jede an jenen Ursprung sich heftende Kritik gesetzt und jede Vervollkommnung der Vorstellung ausgeschlossen. Allenfalls blieb frei, sich diese Gottheit in zwei Formen des Dualismus wirksam vorzustellen, über der Schöpfung oder sie durchdringend. Nicht aber, dass das Göttliche in dem Stoffe, in dessen Wachsen und Werden sich entwickle. Dieses, der Averroismus der Araber, die als Erben des gebildeten Orients, der griechischen Kolonieen, Aegyptens an den Gränzen des Christenthums im Morgenland und Abendland ihre Schulen zur höchsten Blüthe brachten und Manches aus den Naturwissenschaften retteten, Weniges förderten, war wegen der darin liegenden Bedeutung und Ewigkeit der Materie den Christen höchst ketzerhaft.

Vorerst war Aristoteles dem christlichen Abendlande nur im Abstraktesten, in der Schrift über die Kategoricen, erhalten geblieben mit der Einleitung des Porphyrius über die fünf Wörter: Gattung, Art, Unterschied, Eigenthümliches, Hinzukommendes. Aristoteles selbst hatte in jener Schrift die zehn Kategorieen der Aussage aufgestellt: Substanz, Menge, Art; Beziehung, Ort, Zeit, Lage; Zustand, Thun, Leiden. Er nahm dieselben nicht so real, dass er nicht gesagt hätte, die Art sei nur in zweiter Linie Substanz. Aber ohne alle Kritik im Einzelnen ist durch die Aristotelischen Kategorieen der Realismus, das Verständniss der Gemeinbegriffe als wirklicher Dinge, gegenüber dem Nominalismus, der sie als Aussagen behandelte, zu dogmatischer Geltung gekommen. Indem das Zurückdrängen des Sinnlichen aus der philosophischen Denkform in's Ethische übergriff, kamen Askese und Tugendzwang zum Glaubenszwang und übernahmen den Kampf mit dem Epikuräismus, der doch aus sich die Richtschnur für das Edle entnehmen wollte und nicht aggressiv war, mehr als mit dem

Digitized by Google

Materialismus in damals neuem Sinne, der darauf fusste, da wir Stoff sind, vom Gemeinen und dazu zurückzukehren bestimmt, lohnt es nicht, die Spanne Zeit zur Veredlung zu benutzen, und der in Rom und Byzanz im Lusttaumel und aller Niedertracht schwelgte.

Als Aristoteles durch Araber und Juden neu und breiter dargeboten wurde, fand die Metaphysik, welche, in den Büchern der Physik folgend, davon den Namen hatte, allerdings auch über sie hinauszugehn bestimmt, die meiste Sympathie. Man blieb der Naturbeobachtung noch so fremd, dass man der wissenschaftlichen Diskussion nur unterbreitete, was geschrieben stand. Das füllte das Leben, wozu Neues? So blieben die Objekte verschleiert, die Begriffe waren wie glänzende Signaturen, hinter denen Staub liegen mochte. Die wissenschaftliche Welt war wie ein Greis. Die Methode des Abstrahirens, die Philosophie der Sonderung der Accidentia von der Substanz, selbst der Form von der Materie hielt bis über Cartesius hinaus vor. Wie Mancher noch heute, wenn er sich in Abstraktion eine Substanz herzustellen bemüht hat, formlos und eigenschaftslos, träge, dunkel, starr, nur leidend, nicht handelnd, todt, in Allem negativ, nachdem er Alles weggenommen, aus dessen Zusammenfassung in idealster Gestalt man sich Gott, Seele, Leben herstellt und so ein unvorstellbares Ding, eine begriffliche Negirung geschaffen hat, fragt den Andern mit moralischer Entrüstung: Ist das Euer Gott, Eure Seele, Euer Leben; kann das wollen, denken?

Die Sonderung von Materie und an ihr Geschehendem oder ihr Zukommendem, als etwas Möglichem, das Vertauschen der Anwendung der Abstraktion zur Beschreibung mit der Realisirung des Abstrakten, ist mit besonderer Vorliebe auf Lebenserscheinungen angewendet worden. So entstand die den Laien geläufige, so zähe festgehaltene wie nicht begründete Vorstellung von Leben und Seele als eines den organischen Körper Ergreifenden, seine Lebensmöglichkeit Verwirklichenden, ihn wieder Verlassenden, vorher und nachher für sich Vorstellbaren, Wirklichen. Dass erst die Materie durch die Form zur Lebensleistung fähig gemacht werden müsse, ein Zwischenglied, wurde weniger beachtet. Die Gliederung innerhalb der Seele selbst als lebende, Anima vegetativa, empfindende, begehrende, bewegende, sensitiva, und vernünftige, unsterbliche, rationalis, göttlichen Ursprungs, nur dem Menschen zukommende, gestattete die zwei vom Geiste gesonderten Theile mit Lebenskraft zu identifiziren. Das wurde universell durch die ekklesiastische Kultur und die Gemeinschaft lateinischer Sprache, dogmatisch durch die Präzision der Dialektik. Es schien allgemein angenommen, abgeschlossen, unumstösslich; man hatte es nur ewig weiter zu lehren.

Zunächst vereinzelt und vorsichtig regten sich dagegen die Geister in der Renaissance von Kaiser Friedrich II. an. Petrarca, Boccaccio, der im Roman Filocopo 1341 in mythologischem Kleide als Naturforscher

Digitized by Google

auftrat, Leonardo da Vinci, der zahlreiche anatomische Zeichnungen gab und alles Verständniss für die Ueberlagerung von in fossilen Thierresten und Zeit der Entstehung verschiednen geologischen Schichten hatte, zahlreiche andre Gelehrte der in streitendem und wechselndem Eifer ihren Glanzpunkt erreichenden, die Macht der Kirche in Italien zersplitternden italienischen Städte und Schulen, zogen die Philosophie aus dem lähmenden Zwange des Dogmas und der Ueberlieferung und die Naturwissenschaften aus ihrer Erstarrung. Aber die Kirche kam immer wieder zu Gewalt, sie vergass nichts und scherzte nicht. Dies erwägend, und in des Herkommens Gewohnheit, begnügte man sich meist, das Philosophiren über die Natur der Dinge als dialektischen Versuch zu geben, mit ausdrücklichem oder stillschweigendem Zugeständniss, darüber, wie es sich wirklich verhalte, zu entscheiden, gebühre der Religion. Einzelne wagten mehr: Nicolaus de Autricuria, der 1348 behauptete, wie einst Demokritos, es liege den Naturvorgängen nur die Bewegung der Verbindung und Trennung der Atome zu Grunde und der, wie auch im nächsten Jahrhundert Ludwig Vives, rieth, man solle sich über Aristoteles und Averroes hinaus an die Dinge selbst wenden und Versuche machen, statt zu disputiren; auch Petrus Pomponius, der 1516 die Unsterblichkeitslehre angriff.

Die sich sammelnden naturwissenschaftlichen Thatsachen, ganz besonders die Betrachtung der zahlreichen Fossile Norditaliens, regten Lehrer und Schüler an. Es gab jetzt Naturalienkabinete, man studirte Kuriositäten, las nicht blos, was die Alten über sie sagten. Als fast auf einen Schlag, in einem Menschenalter, Erfindung der Buchdruckerkunst, Entdeckung Amerikas, Reformation in die Wage fielen, da konnte es wohl noch geschehn, dass um die freie Bekanntgebung der Ergebnisse der Forschungen mit Schwerdt und Feuer gekämpft werden musste, aber es war sicher gestellt, wohin der Sieg fallen würde.

Reichere und allmählich strengere Naturbetrachtung gaben am meisten die Grundlage neuer Weltanschauung. Die uns vorzüglich interessirenden inhaltsvollen zoologischen Werke jener Epoche, des Belon, Rondelet, Salviani, Gessner, Aldrovandi, lehnten sich meist gewissenhaft an Aristoteles, Plinius, die Araber an, Alles zusammenstellend, durch Neues mehrend, auch mit einigem Physiologischen und Psychologischen mischend. Sie gewannen, indem Sie die Aufmerksamkeit auf die Menge und Verschiedenartigkeit der thierischen Form und des Lebens lenkten, auf sanfte, unterhaltende Weise für das Sachliche. Schärfer fassten die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Schriften des Vesal, des Fabricius ab Aquapendente und Andrer. Die Beschreibungen fremder Länder, die geographischen Karten bewiesen, wie arm das gewesen war, in dem man vollendet zu stehn geglaubt. Am durchschlagendsten waren die neuen Theorieen von Himmel und Erde, erst über die Veränderung der Stellung der Erdachse in den

Digitized by Google

dies geniales des Alessandro degli, Alessandri, dann über die Bahnen der Himmelskörper von Nikolaus Kopernikus 1543, und von Giordano Brunno über die Sonnennatur der Fixsterne. In Einzelnem, höchst bedeutsamen, von den Fesseln der Ueberliefrung durch mathematische Rechnung befreit, gewann man den Muth überall nach Wahrheit zu forschen. Das Galilei zugeschriebne „und doch bewegt sie sich“ wurde Losung der Zeit.

Brunno nahm auch die Antithese von Materie und Form fort. Die Materie bringt ihm die Form ihrer Erscheinung aus sich, sie ist in Wahrheit die Mutter des Lebenden. Den einheitlichen, logisch vollendeten Materialismus büsste Giordano Brunno 1600 auf dem Blumenmarkt zu Rom mit dem Feuertode.

Neue Zeit.

Nachdem für die Vorstellungen von der Natur mit dem Angelpunkte derer vom thierischen Leben und der Menschenseele durch die die Blüthe Griechenlands wiederholende Renaissance in den norditalischen Städten, freudig aufgenommen und nachhaltig gepflegt zunächst in der Schweiz und Deutschland, ein neuer Boden gewonnen war, unterlag die Durcharbeitung immer noch grossen Schwierigkeiten. In der Erziehung der Generationen hatten sich den Vorstellungen zahlreiche Schlacken angehängt, welche die grossen Geister selbst nur langsam ablösen konnten.

Das hat mitgewirkt dahin, dass die Grundfrage, ob ein monistischer Materialismus oder ein dualistischer Idealismus anzunehmen sei, theils sich nicht so rein stellte, theils deren Behandlung auch weniger bedeutsam war, als die einzelnen besonders wichtigen Vorstellungen, die jener Grundfrage gegenüber Vorfragen sein würden; mit Nutzen, denn auch heute ist es wichtiger, was von den Dingen direkt ausgesagt, als nach welchem aus der Summe andrer Erfahrung entnommenen Standpunkte das zurechtgelegt wird. Die Gesichtspunkte ändern in der Zeit Begründung und Bedeutung; je mehr eine Formel sich von den Einzelaussagen ablöst, um so bedenklicher ist es mit ihrer Dauer.

So ist in der neueren Zeit das Verdienst für einfache und logische Naturbeschreibung gewirkt zu haben, nicht überall vorzüglich den Materialisten zuzuschreiben. Man kann nicht sagen, die von Baco ausgegangne, in Hobbes und Locke entfaltete, in den französischen Materialismus überführende empirische Richtung sei bedeutsamer gewesen als die von Descartes ausgehende durch Spinoza zu Leibnitz und Kant führende idealistische.

Baco, ein eifriger Encyklopädist, war eher dilettantenhaft. Er feindete Harvey an, der den Kreislauf des Blutes bewies und 1651 in den Exercitationes de generatione animalium neben entwicklungsgeschichtlichen

Digitized by Google

Einzelheiten das Ei als die der Entwicklung fähige Substanz, die Entwicklung selbst als Epigenesis, das ist successive Gestaltung der Theile, nicht Evolutio, das ist Deutlichwerden anfänglich verhüllter, bezeichnete, eine Entdeckung auch von grösster philosophischer Tragweite. Aber Baco demonstrirte, dass die naturwissenschaftliche Methode nach Induktion zu geschehn habe: in denkender Beobachtung der Erscheinung an irgend einer Stelle, Ausdehnung auf dieselben Erscheinungen an andern Stellen mit Hervorrufung durch den Versuch und Setzen der Bedingungen, dann Aufsuchen des Gemeinsamen, des Gesetzes, der „Form" Baco's. Die Durchführung dieses auch heute, durch die Allgemeinheit fast unbewusst, der Naturforschung zu Grunde liegenden Verfahrens, blieb bei Baco noch unvollkommen und phantastisch, da er eben das unermüdlich zusammengetragne Material nicht gehörig zu ordnen und zu beherrschen vermochte. Auch klebte er an der unfruchtbaren atomistischen Vorstellung und konnte sich von der in England sehr verbreiteten Vorstellung kabbalistischer Geister nicht losmachen.

In Descartes dagegen, dem, in der Zweifelhaftigkeit alles Andern, das Denken einzig Princip der Gewissheit zu sein schien, war doch dieses Denken ein erkennendes und das deutlich Erkannte war ihm wahr; das heisst das, was wurde, wenn alle Mittel der Wahrnehmung benutzt werden, der Schein beseitigt wird. So konnte Descartes sich mit den Dingen als realen beschäftigen. Er unterschied eine absolute, unbegränzte Substanz, Gott; und abgeleitet eine ausgedehnte körperliche neben einer denkenden geistigen Substanz. Die beiden letztern stehn im Gegensatz zur unbegränzten Substanz zusammen, diese entfällt mit dem Absoluten und Unbegränzten der Beschreibung. Denken könne ohne die Attribute der ausgedehnten Substanz, Ausdehnung ohne die Attribute der denkenden Substanz vorgestellt werden. So können beide Substanzen sich ausschliessend und in Beziehung zu einander gedacht werden. Da Atome nicht vorstellbar seien, wegen immer noch denkbarer Theilbarkeit, nahm Descartes für das Verständniss der Anordnung der Substanz im Raume abgerundete Körperchen. Diese nicht als untheilbar gedacht, gestatteten gestaltliche Vorstellung; zwischen ihnen aber sollten, da der leere Raum wieder nicht vorstellbar war, die abgesplitterten Theilchen liegen. Alle Bewegung sei übertragen nach den Gesetzen des mechanischen Stosses. Gott sei die allgemeine Ursätzlichkeit ohne Unterschied des Organischen und Unorganischen; körperlose Substanz, so Anima rationalis, unbegreiflich, Anima sensitiva ein feiner Stoff. Pflanzen und Thieren, welchen Hieronimus Rorarius 1648 und Montaigne oft mehr oder gleichviel Vernunft als dem Menschen zutheilten, seien Maschinen. Im Tode fehle der Maschine nicht etwa nur die Seele, sondern die Maschine sei zerstört. Trotz idealistischen Ausgangs erfuhr durch die bessre Untersuchung der materiellen Dinge und den logischen Zusammenhang die materialistische Auffassung wesentliche Förderung, der ganze Idealismus sagt

Digitized by Google

auch eigentlich nur, dass es eine Gränze für unser Erkennungsvermögen gebe, von dieser ab fällt Alles unter gleiche Behandlung.

Der Satz vom Tode griff im dualistischen Seelenbegriff den Dualismus in der Wurzel an. Aus der oberflächlichen Erfahrung über die Unterschiede des lebenden und todten Leibes, in dem man nach Ablösung von Etwas die Form erhalten sah, entwickelte sich der Seelenbegriff und es muss für die Verallgemeinerung der Trennbarkeit der Kräfte von den Stoffen jener besondre Fall nach seiner Natur vor allem Andern wirksam gewesen sein. Die Schwierigkeit genaueren Verständnisses und vollkommnerer Beschreibung lebender Wesen veranlasste erst für diese das Ganze der Schwierigkeit in einen Begriff zu fassen; dann wurde dieses Hülfsmittel auch für andre Fälle angewendet. So kam zum Gegensatz von Seele oder Leben gegen Leib der von Kraft gegen Stoff und der von einem ergreifenden, beherrschenden, ausfüllenden Prinzip gegen die Welt, welches, zugleich die Frage des Anfangs mit begreifend, das schöpferische wurde. Das Vertauschen dieser Gegensätze hin und her wurde eine Form der Beschreibung des Einzelnen, Gottes als der Kraft, der Kraft als Gottes.

Descartes nahm, wie die physische, so auch die seelische Funktion der Organismen als Produkt mechanischer Vorgänge. Druck und Stoss bilden vom Aussendinge durch die Sinne zum Gehirn und von diesem durch Nerven und Muskelfasern eine ununterbrochene Kette nach Aussen. Die gleiche mechanische Auffassung aller Naturvorgänge war ihm wichtiger als die metaphysische Theorie, dass die Summe der Erscheinungen nur Vorstellung eines nicht materialistischen Subjekts sei. Auch mag einiges auf Vorsicht geschoben werden dürfen; Descartes arbeitete seinen Kosmos neu, um die Kopernikanische Lehre, der er anhing, wegzulassen; er gebrauchte die Formel „göttliche Schöpfung“; er erklärte der Kirche in nichts entgegen sein zu wollen.

Gegen Descartes sagte 1643 der Provenzale Gassendi, der den Epikur in bessres Licht stellte, dass man das Sein eben so gut als aus dem Denken aus jeder andern Aktion folgern könne. Damit darf aber nur verstanden werden, dass der Denkprozess für sich nicht mehr als ein andrer sei, wie dem Lichtenberg Ausdruck gab mit dem Vorschlage, zu sagen „es denkt“ wie „es blitzt“, wo dann die Beziehung auf das „Ich“ ein praktisches Bedürfniss erfüllt; nicht aber darf geleugnet werden, dass dieser Prozess zu andern seine besondre Beziehung habe, weil durch das Denken und nur durch es alles Andre durchgehn muss, um für uns bewusst zu sein und so durch es die Schätzung aller andern Vorgänge, der Vergleich unter einander und mit dem Denken gegeben wird. Unbedeutend ist der Unterschied, dass er Atome annahm, die begrifflich aber nicht physikalisch theilbar seien. Auch die Seele bestehe aus materiellen Dingen. Für die Unkörperlichkeit des Geistes, Unsterblichkeit, Schöpfung, Gott setzte er sich nicht mit der

Digitized by Google

Religion in Widerspruch, aber im Allgemeinen bekümmerten sich die Gassendisten nicht um die selbstständige Vernunft des Descartes und blieben mit den Vorstellungen in der Erfahrung und Analogie.

Mehr als die rein philosophische war für die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Vorstellungen die mehr praktische Richtung wirksam, welche in England mit dem vielseitigen Hobbes begann. Dieser ging schon 1631 so weit, sich die Frage zu stellen: „Welche Art von Bewegung kann es sein, welche Empfindung und Phantasie der lebenden Wesen hervorbringt?“ Philosophie war ihm nur Erkenntniss der Wirkungen aus gesetzten Ursachen und Aufsuchung möglicher Ursachen für erkannte Wirkungen, nur Schluss und Rückschluss nach Analogie der Erfahrung. Schliessen aber ist nur Rechnen, auf Addiren und Subtrahiren zurückführbar. Diese Abweisung der Metaphysik aus der Naturwissenschaft, die Setzung der Logik der Thatsachen, kennzeichnet die praktische Wendung in England, welche die Naturwissenschaft und die Naturphilosophie einheitlich machte oder erhielt und für die materielle Entwicklung von grosser Bedeutung war. Man nahm an, wo nichts zu rechnen ist, nützt auch Denken nichts; was sich nicht berechnen lässt, ist Hirngespinst; ein erstes bewegendes Prinzip, Gott, ist undenkbar; das, was man nicht wissen kann, ist keine Aufgabe der Philosophie, es bleibe der Theologie.

Hobbes, indem er Körper und Substanz identifizirte, fasste die Accidentia nur als der Auffassung angehörig, im Auffassenden entstehend. Es schien ihm nur begrifflich, ob wir bei Aenderung einer Wahrnehmung einen neuen Körper annehmen wollen, da die durch Gegenbewegung nach Aussen verlegten Bilder doch nicht Gegenstände sondern aus dem Innern stammende Bewegung seien. Am exaktesten die materielle Grundlage einsetzend, gab er dem Sensualismus die richtige Bedeutung, ohne durch ihn Alles nebelhaft werden zu lassen.

Es mag zum Theil aus der innern festen Begründung eine äussere Mässigung der englischen Naturphilosophie sich herleiten lassen, zum Theil mag auch nach schweren Kämpfen in einem an sich ernsten Volke eine tiefe Empfindung der Nothwendigkeit fester Ordnung dahin gewirkt haben, dass Gottesbegriff und Religion fast über jedem Angriff standen. Einige liessen die philosophische und dogmatische Behandlung wie in der Renaissance neben einander gelten, Andre machten es sich klar, dass die Religion um des öffentlichen Nutzens Willen nicht zu beschädigen sei.

Boyle, der erste Chemiker, dem die Chemie nur Naturforschung war, gehörte zu denen, die Glauben und Wissen wirklich versöhnen zu können glaubten, vielleicht zumeist im Sinne, auch den Gläubigen naturgeschichtliche Studien annehmbar zu machen. Aus dem sich gänzlich mechanisch nach festen Gesetzen bewegenden Weltall, der Strassburger Münsteruhr vergleichbar kunstvoll, erschloss er grade den intellektuellen Urheber. Die Empe-

Digitized by Google

dokleische mechanische Teleologie, das Entstehen des Zweckmässigen aus dem Unzweckmässigen, wies er zurück; Gott gab mit der Atombewegung von Anfang an gleichmässig die Bedingung der Zweckmässigkeit; er hat auch die Macht, jene Bewegung zu modifiziren, die Kraft, die die Gesetze machte, steht über ihnen. Aber trotz des Dualismus des Schaffenden und Geschaffnen in ausdrücklicher Festhaltung, ordneten sich Leben und Seele der Mechanik unter und der Satz des Descartes, dass im Tode die Maschine zerstört sei, kam zu weitrer Ausführung. Die Wirkungen von Arzneimitteln beruhten nach Boyle nur auf der Verbindung mit den Theilen des Körpers; zahlreiches der Seele Zugeschriebnes erschien ihm als rein körperlich bedingt; die Kausalität wurde auch im Organischen möglichst veranschaulicht, die verborgenen Qualitäten mussten schwinden.

Die grösste Epoche machte Newton, indem er, nachdem 1670 Picard die Gradmessung korrigirt hatte, das von Galilei entdeckte Gesetz des Falls auf die Bewegung der Weltkörper anzuwenden vermochte. Man hatte bis dahin Anziehung und Abstossung der Atome, die nach ihrem Prinzipe jede Darstellung ausschlossen, sich gröbst sinnlich vorgestellt, durch Zängelchen u. s. w.; es fiel schwer, den Effekt ohne besondere Hülfsmittel und in die Ferne zu denken. Indem Newton ausdrücklich jegliche Vermuthung über die materielle Ursache der Anziehung aus der Betrachtung schloss und nur ein Prinzip voraussetzte, welches umgekehrt dem Quadrate der Entfernung wirke, lieferte er den Beweis, dass die Gravitation der Himmelskörper die Summe der Gravitation ihrer Massentheile sei. Ob namentlich das Prinzip Stoss oder Anziehung sei, blieb gleichgültig. Das Gesetz liess sich darauf ausdehnen, dass terrestrische Massen bis ins Kleinste hinein ebenso gravitiren und dahin verallgemeinern, dass überall die Wirkung des Ganzen nur die Summe der Wirkung der Theile sei.

An Stelle nicht zu findender Beschreibungen trat der mathematische Ausdruck, der über dem Organischen wie über dem Mechanischen zu stehn vermochte, bei dem die Grundlage gleichgültig und der für jede Form der atomistischen Vorstellung anwendbar war. Es ist also nebensächlich, dass Newton nicht alle Materie als schwer annahm, sondern zwischen die schweren Atome Theile zweiter und weitrer Ordnung eingeschoben dachte; auch dass er die Gravitation nicht als aus der Materie herrührende Anziehung sondern als zentripetale Bewegung aus empfangnen Anstössen ansah.

Indem sich das Nebensächliche abstreifte und gegen einen Theil seiner prinzipiellen Annahmen, wurde Newton durch die mathematische Konstruktion oder Gesetzesfeststellung der Begründer des Gedankens, dass ohne materielle und spirituelle Mittelglieder ein einheitliches Gesetz der Bewegung die Welt regiere. Es war damit dem Kausalitätsverhältniss eine bestimmte Form gegeben, namentlich aber gezeigt, zu wie werthvollen Ergebnissen man kommen könne durch Beobachtung und Rechnung, ohne

Digitized by Google

das verzweifelte Mittel der über die Beschreibung hinausstrebenden Erklärung. Während noch 1713 Cotes, der gegen Newton für alle Materie die Schwere zur Grundeigenschaft machte, in der zweiten Ausgabe der Principia des Newton, es diesem besonders nachrühmte, dass er Alles durch den Willen des Schöpfers, nicht nach Nothwendigkeit geschehn lasse, wurde bereits 1755, zur Zeit der populären Behandlung durch Kant, von Allen in Newton nur das mechanische Prinzip gesehn. In dem Sinne, dass Newton der Begründer einer Theorie des Entstehns und Verhaltens aller Dinge aus Nothwendigkeit kraft einer aller Materie als solcher zukommenden Eigenschaft sei, betrachteten sich die Freigeister des achtzehnten Jahrhunderts als seine Apostel.

Der Philosoph und Arzt John Locke wandte wie Hobbes seine Aufmerksamkeit auf das Zustandekommen der menschlichen Erkenntniss. Deren Quelle ist ihm die sinnliche Erfahrung, welche die einfachen, in Zusammenfassung abstrakte Vorstellungen gebenden, Ideen gewährt: Ton, Farbe, Ausdehnung, Bewegung, Widerstand. In der Fixirung durch Worte werde, weil sie willkürlich sind, die Sicherheit des Ausdrucks natürlicher Erfahrung fraglich. Ihr Gebrauch müsse durch Uebereinkunft der Willkür entzogen werden. Gegen das Angeborensein von Vorstellungen spreche der Zustand der Kinder, der Ungebildeten, der Idioten. Vom freien Willen sagt Locke: „Frei sein heisst: können, was man will; nicht: wollen können, was man will."

Etwas später, 1704, widersprach John Toland im zweiten seiner Briefe an Serena der Gegenstellung von Kraft und Stoff unter der Ueberschrift „motion essential to matter." Kein Körper ist ihm in absoluter Ruhe, die innere Kraft der Materie ist die gleiche, ob sie einen Körper relativ ruhen oder sich bewegen mache. So ist Schwere Bewegung. Materie existirt für den Wahrnehmenden nur, weil Bewegung von ihr ausgeht. Das äussere Objekt wirkt mechanisch auf die Nerven, das Bild des Hasen auf den Hund der Art, dass in den Muskeln und Skelettheilen die dienlichen Bewegungen eintreten. Das All, die unabänderliche Einheit von Geist und Materie, ist ihm in sich zweckmässig, nicht nach unzähligen Versuchen so geworden.

Für die besondre Form der Bewegungen im Gehirne schien die 1660 von Huyghens aufgestellte Undulationstheorie des Lichts geeignete Vorstellungen zu bieten und Hartley, so schwer es aus theologischen Rücksichten ihm wurde, die Konsequenz des physikalischen Geschehns für das Psychische zu statuiren, führte 1749 Denken und Empfinden auf Gehirnschwingungen zurück.

Erst als die englische naturphilosophische Anschauung von den französischen Encyklopädisten, vorzüglich nach Bayle's historisch-kritischem Wörterbuch, angenommen wurde, bekam der Materialismus seinen aggressiven Charakter, der in der Rücksichtslosigkeit selbst die Aufgabe zu suchen schien,

Digitized by Google

und schnitt mit zersetzender Kritik tief in die gesellschaftliche Ordnung ein, während in Frankreich andrerseits die mathematisch kosmologische Richtung durch Maupertuis und d'Alembert zu Laplace aufstieg, der die Weltbewegung von der Frage des Schöpfers emancipirte.

Was insbesondere die Empfindung betrifft, so knüpfte Robinet 1761 an Lucrez an dahin, dass auch die Urbestandtheile der unorganischen Natur das Prinzip der Empfindung in sich trügen, und, was den Willen betrifft, an Locke, dass Jener nämlich nur die innere, subjektive, Seite in einer streng mechanischen Folge von Naturprozessen sei, welche vom Gehirne aus etwas in Bewegung setzen, während die Naturnothwendigkeit vom Subjekte nicht empfunden wird.

Dass Empfindung getrennter Atome sich zu Gesammtempfindung sollte verbinden können, gab Diderot die Vorstellung, dass die Atome ein Continuum bildeten. Bei Descartes der Untheilbarkeit beraubt, verloren sie jetzt ihr besondres Sein, um dessen Willen sie doch erdacht worden waren.

In Deutschland, auch nach der Reformation zurückgefallen in knöcherne Scholastik, gedrückt durch schwere Zeiten und erfolglose Kämpfe, fand die cartesianische Philosophie erst durch Spinoza Eingang. Allerdings wesentlich verändert, da Spinoza die Unterscheidung von Geist und Substanz nicht anerkannte. Ihm giebt es nur eine Substanz; Ausdehnung, welche genauer das körperliche Sein ist, und Denken sind ihre Attribute. Sie ist in sich und wird in sich begriffen, es bedarf keines Unterschiednen für Begreifen und Begriffenwerden. Also denkt jeder Körper und ist, wenn auch in verschiednem Grade, beseelt.

Allerdings fand schon Stosch 1696 die Seele in der Säftemischung, 1697 sagte Pankratius Wolff, die Gedanken seien Actiones nicht einer immateriellen Seele, sondern des menschlichen Körpers, in specie des Gehirn-Mechanismus. Auch gab der seit 1713 publizirte anonyme Briefwechsel über das Wesen der Seele dieser mechanischen Auffassung in Deutschland groben Ausdruck, dahin, dass die Vorstellungen durch kombinirte Bewegung der Hirnfasern, wie Worte durch Bewegung der Zunge gebildet würden. Ein solcher Vergleich, wie auch der eines neuern Schriftstellers, dass die Gedanken im Hirn sezernirt würden wie Harn in den Nieren, hat nichts Zutreffendes als dass dieses und jenes Arbeiten der bezeichneten besondern Organe sind. Jene vereinzelten materialistischen Auffassungen blieben der Menge fremd und der Boden war in Deutschland mehr für die idealistische Richtung geeignet.

In Frankreich dagegen kam der Materialismus zur bewusstesten Vollendung in de la Mettrie. 1709 geboren, also ganz in der Epoche der Buffon, Linné, Haller, wurde er als Schüler des berühmten Arztes Boerhave aufmerksam auf das Jagen der Gedanken in durch Fieber gesteigerter Blutbewegung. In dieser Bahn vorgehend versuchte er sich zuerst

Digitized by Google

mit einer Naturgeschichte der Seele. Darin war ihm Materie wohl abstrakt aber nicht konkret ohne Bewegung oder Form, so dass im Realen die Vorstellungen von Materie und Form identisch sind. Wie wir meinen, ist der Gedanke an eine Materie ohne Form durch unrichtige Anwendung der Veränderlichkeit der Form bei Gleichbleiben der andern Eigenschaften entstanden. Eine Ursache der Bewegung ausserhalb der Welt anzunehmen, meinte de la Mettrie, sei kein Grund da. Der Materie komme die Empfindung zu; dass die Thiere sich für dieselbe dem Menschen anschliessen, beweise die Erfahrung; der Möglichkeit nach müsste sie auch der nicht organisirten Materie zukommen. Wie Empfindung Eigenschaft der Materie sein könne, sei uns verschleiert, wie vieles Andre. Durch Veränderung in den Nerven werde die Empfindung der Seele zugeführt und diese erlange ihre Kenntnisse nur durch organische Einrichtungen. Sie empfinde nicht an den Stellen, wohin sie die Empfindung verlege. Es entwickelt sich nämlich aus der Empfindung in Verbindung mit weitrer, gleichzeitiger oder vorausgegangner Erfahrung die Vorstellung einer getroffnen Stelle; weil ich einen Schmerz empfinde und zugleich die berührende Nadel sehe, oder, da ich einen gleichen Schmerz empfand, sie mich berühren sah und mich dessen erinnere, übertrage ich die Schmerzempfindung auf die Nadel und die Berührungsstelle und setze das fort oder übertrage das auf Fälle, wo es gar nicht zutrifft, z. B. die in ein Bein, welches amputirt ist, verlegten Schmerzen. Ob überhaupt die Substanz der Organe empfinde, könne nur diesen, nicht dem ganzen Thiere bekannt sein. Alle Vorstellungen kämen von den Sinnen, eine Entwicklung des Geistes von innen heraus finde nicht statt; das beweise der Taubstumme, der nach Einlernung aller religiösen Ceremonieen, plötzlich das Gehör erlangend und sprechen lernend, keine Spur religiöser Vorstellungen verrieth und der Blindgeborne, der operirt Würfel undKugel nicht unterscheiden konnte. Wo sei da die Seele, die gelehrt in den Körper eindringe? Keine Sinne, keine Eindrüke: keine Ideen! Wenig Sinne, wenig Erziehung: wenig Ideen! Das Empfindende sei materiell, die Seele bilde sich mit den Organen des Leibes, wachse mit ihm, nehme mit ihm ab, theile sein Loos.

1748 ergänzte de la Mettrie das im „Homme machine“: In der Krankheit verdoppelt sich die Seele bald, bald verdunkelt sie sich, bald zerstreut sie sich in Blödsinn. Der Eine fragt, ob sein Bein im Bette sei, der Andre glaubt den Arm noch zu haben, der ihm abgeschnitten wurde. Eine grosse Leber hätte den Muth des Seneca in Zaghaftigkeit verwandelt, eine der anatomischen Untersuchung entgehende Nervenfaser den Erasmus zum Thoren gemacht; Reue, Trauer, Freude finden sich auch bei Thieren. Das Leben liegt nicht in der Seele, nicht im Ganzen, sondern in den Theilen, wie das Fortdauern desLebens in abgetrenntenStücken undReproduktion vonTheilenbeweist.*)

*) Vier Jahre zuvor hatte nämlich Trembley seine Versuche mit Zerstücklung der Süsswasserpolypen gemacht.

Digitized by Google

An solchen wirksamen Theilen ist der Mensch reicher als das Thier, komplizirter, etwa wie Vaucanson zum mechanischen Flötenbläser mehr Rädchen nöthig hatte als zur automatischen Ente.

Solche mechanischen Kunststücke, auch der schreibende Knabe und das Klavier spielende Mädchen der beiden Droz, gaben, indem sie eine oberflächliche Anlehnung an verhältnissmässig feine mechanische Leistungen gestatteten, in der Menge der mechanischen Naturauffassung mehr Verbreitung als logische Geistesarbeit.

Im ethischen Standpunkt war de la Mettrie Epikuräer: das Glück beruht auf dem Lustgefühl; Reflexion kann die Lust heben, nicht gewähren; die sinnliche, allgemeine Lust ist intensiv und kurz, die aus harmonischer Stimmung fliessende ruhig aber dauernd.

In seiner Einleitung zur Naturgeschichte der Thiere sagte Buffon fast ganz im Sinne von de la Mettrie: Welche Springfedern, Kräfte, Maschinen sind nicht in dem kleinen Theile Stoff enthalten, der den Körper eines Thieres zusammensetzt? Wie viele Verknüpfungen, Anordnungen, Ursachen, Wirkungen, Grundstoffe, die alle zum selben Ziele wirken und die wir nur durch ihre Resultate kennen, die so schwer zu begreifen sind und die nur durch die Gewohnheit, nicht auf sie zu achten, aufgehört haben, uns als Wunder zu erscheinen." Diesem Wege folgten die meisten französischen Naturphilosophen in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wenn sie auch nicht Alle zu den letzten Konsequenzen des Materialismus vorgingen.

Da die starke Wechselwirkung zwischen der philosophischen Auffassung der Lebensvorgänge nach mechanischem Geschehn und der empirischen Forschung in Frankreich während der Revolution und in der ersten Zeit nach ihr für das Gedeihn der Naturwissenschaften sehr förderlich war, die Theorie befreiend, die Lust am Forschen mehrend, wollen wir noch sehn, wie 1770 Holbach unter Einfluss bedeutender Zeitgenossen, wie Lagrange und Diderot, den Gedanken über die Natur der Dinge Ausdruck gab:

Die Naturbetrachtung, das Suchen nach der nie schadenden Wahrheit allein kann die den Menschen von Kindheit an einengenden Vorurtheile, die allein ihn unglücklich machen, zerstreuen. Was man jenseits der Natur setzt, sind Geschöpfe der Einbildungskraft. Die moralische Existenz ist nur eine besondere Seite der physischen; die Einflüsse, nach welchen sie handelt, bei der physischen wahrnehmbar, sind bei jener durch unsere Vorurtheile verdeckt. Bildung ist Entwicklung. An den ungenügenden Begriffen ist die nicht genügende Erfahrung Schuld. In Mangel an Kenntniss hat der Mensch sich Gottheiten gebildet, ohne zu bedenken, dass die Natur nicht Willkür von Hass und Liebe, sondern nur unwandelbare Gesetze kennt, uns nur Materie und Bewegung in einer Kette von Ursache und Wirkung zeigt. Natur eines Dings ist Zusammenfassung seiner Eigenschaften; Natur im Weitern Zusammenfassung der verschiednen Einzeldinge. Natur ist

Digitized by Google

also keine Abstraktion; wenn man sagt, sie bringe etwas hervor, so heisst das nur, eine Wirkung sei das Resultat der Eigenschaften eines Wesens. Kein Körper kommt zu unserm Bewusstsein, ohne dass er Veränderungen in uns hervorbringt. Bewegung kann, wie einen Körper im Raum versetzen, so auch zwischen seinen kleinsten Theilen stattfinden, so dass wir sie durch Veränderungen am Körper wahrnehmen. Das geschieht im Wachsen der Pflanze, im Thier, in der intellektuellen Erregung im Menschen. Wir nennen eine Bewegung selbstständig, wenn ihre Ursache im Körper selbst liegt; genaue Betrachtung ergiebt, dass eine solche Selbstständigkeit nicht besteht, dass der Wille durch äussere Ursache bestimmt ist. Zwischen den drei Naturreichen findet fortwährend Austausch statt; die Elemente, welche in einem Augenblicke zu einem Thier verbunden sind, sind in einem andern Ursache seiner Auflösung. Die letzte Form der Materie, das Wesen der Stoffe ist unbekannt. Die Summe des Vorhandenen bleibt immer dieselbe.

Für die Gesetzmässigkeit des Geschehens greift Holbach auf Attraktion und Repulsion zurück. Sein heisst ihm nur sich auf individuelle Art bewegen; sich erhalten, heisst solche Bewegung mittheilen oder empfangen, welche die Fortführung der besondern Existenz bedingt. Die organisirten Wesen gewinnen diese Erhaltung, den Widerstand gegen Zerstörung durch komplizirte Mittel. Das Beharrungsvermögen der Physik ist die Eigenliebe und der Erhaltungstrieb des Moralisten. Nothwendigkeit verbindet Ursache und Wirkung in der physischen und moralischen Welt; nach ihr bewegt sich der Staub vor dem Winde, der Mensch im Kampfe einer Revolution. In den schrecklichsten Erschütterungen giebt es Nichts, was nicht verliefe, wie es muss. Der Begriff Ordnung, als des sich Darstellens in leichter Fassbarkeit, gehört nur unserm Verstehn an und vom Standpunkt des Allgemeinen giebt es weder Störungen noch Wunder. Den Begriff einer nach Zwecken verfahrenden Intelligenz und den Gegensatz des Zufalls, das ist, die von uns nicht vorausgesehne Folge, schöpfen wir aus uns. Das Ganze kann keinen Zweck haben, weil es ausser ihm nichts giebt, wonach es streben könnte. Mord oder Missgeburt, die selbst Voltaire als „ausser der Ordnung" anführte, hängen nach ihren Ursachen mit allen andern Ursachen des Weltalls nothwendig und unabänderlich zusammen und erscheinen nur so, weil wir uns eine bestimmte Vorstellung für „Ordnung" gebildet haben.

Es ist vielleicht für das Ethische hierbei nützlich anzumerken, dass durch gleichartige Empfindung und entsprechende Vorstellungsbildung und Ausdruck sich über die Verschiedenheit der Einzelnen, Raum und Zeit hinweg eine Uebereinstimmung für die Vorstellung über das Dienliche, damit Regel und Schutz gebildet hat. Rasch durch die bequemen Mittel des Ausdrucks ihren reichen Inhalt übergebend, lässt solche gewonnene Norm den Einzelnen bei wenig eigner Erfahrung die Zustände des Ganzen als Harmonie und Disharmonie empfinden. So wird die Erfahrung des Ganzen ihm

Digitized by Google

wichtiger als die persönliche und nur philosophische und politische Kinder haben das Begehren, dass keine Ordnung andres Recht habe als das durch den Kampf des Tages.

Den Gottesbegriff in jeder Form bekämpfte Holbach, in den Religionen sah er den Hauptquell menschlicher Verderbniss.

Von jenen Zeiten an sind Grundfragen und Tragweite des Materialismus dieselben geblieben. Das Einzelne passte sich den Entdeckungen oder Theorieen der Naturwissenschaften an, in welchen grade um jene Zeit durch den Prediger Priestley zu Birmingham, 1774, eine der grössten Entdeckungen, die des Sauerstoffs, gemacht wurde.

Für die Entwicklung der idealistischen Naturauffassung müssen wir zu Leibnitz zurückkehren, in dem sich bedeutende mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse mit metaphysischen Vorstellungen verbanden. 1671 begann er mit Abhandlungen über die Bewegung, gemischt mit empirischen Bemerkungen über verschiednes Naturwissenschaftliche. Von 1680 ab verfasste er seine Protogäa, von der 1693 ein Entwurf, die aber erst 1749, nach Leibnitz' Tode, vollständig erschien und in der er einen ursprünglichen feuerflüssigen Zustand der Erde annahm, dann Bildung des Meers aus niedergeschlagenen Dünsten, dessen Existenz an Stellen, wo es jetzt nicht mehr ist, so im Terrain der ihm bekannten Mansfelder fossilen Fische, Erdeinstürzungen, die überdeckten, und spiritus lapidificus, der die Reste versteinerte; im Ganzen voraus den Meisten der Zeit. Endlich flocht er seine metaphysischen Gedanken in mechanische Abhandlungen und Briefe ein. So entzückt er von den Versuchen der Mathematiker war, die Natur mechanisch zu erklären, glaubte er doch für die Entwicklung der Gesetze der Natur die Annahme von Körpern als ausgedehnter Substanz im Cartesianischen Sinne nicht ausreichend, vielmehr die Anwendung des Begriffs der Kraft nothwendig. Dass er das Prinzip der Erhaltung der Kraft aussprach, eine Vollendung, sagen wir lieber als Ergänzung des zweiten Satzes des Demokritos, entzog sich der Aufmerksamkeit, bis dieses Prinzip, zu einer Zeit, die für das Verständniss seiner Bedeutung besser vorbereitet war, von Meyer und Helmholtz in bestimmtere Anwendung gebracht wurde.

Eine durch sich selbst thätige Kraft, die Vorstellung, findet Leibnitz in dem innern Prinzip der natürlichen ununterbrochnen Veränderungen, welche in den unkörperlichen, an die Stelle der Demokrit'schen körperlichen Atome gesetzten reellen, metaphysischen Einheiten, den Monaden vorgehn. Solche Vorstellung in den Monaden braucht aber nicht Bewusstsein zu sein, sondern nur Repräsentation der Vielheit in der Einheit, also Vielheit der Beziehung in Einheit der Substanz. Will man das Seele nennen, so können alle einfachen Substanzen Seele heissen; jedoch ist es zweckmässig dies Wort aufzusparen, bis die Vorstellung klarer und mit Gedächtniss verknüpft ist. Die Thätigkeit des innern Prinzips, durch welches der Uebergang

Digitized by Google

von einer Vorstellung in die andre bewirkt wird, kann man Trieb nennen. Stufen der Deutlichkeit der Vorstellung sind: als höchste, die des Bewusstseins von sich, von Gott und der ewigen Wahrheit: danach die der Wahrnehmung und des Gedächtnisses; endlich in schlafenden Monaden die blosse Repräsentation des Vielen in Einem. Dem Inhalt nach ist die Vorstellung der Monaden unbegränzt. Obwohl als untheilbar und undurchdringbar in Substanz und Accidens von Aussen nicht änderbar und unfähig einander zur Harmonie zu stimmen, sind die Monaden doch in dieser, weil so geschaffen. Aktiv ist die Monade, insofern sie deutlich erkennt und so erklärt, was in einer andern sich ereignet, passiv, insofern sie erklärt wird durch das, was in einer andern sich deutlich ereignet.

Körperliches kann aus körperlichen Monaden nicht hergeleitet werden, aber es steckt eigentlich genug davon in den Monaden von Leibnitz, der nur aphoristisch berührt, wie jenes zu denken sei. Erste Materie ist ihm Prinzip des Widerstandes: die zweite, abgeleitete, kommt daran durch die Wirkung des umgebenden Unendlichen als Phänomen zu Stande. Raum und Zeit sind nur relativ, ideal. Die organischen Körper unterscheiden sich durch eine Zentralmonade, welche über die andern, ihren Leib bildenden durch deutlichere Vorstellungen herrscht. Der organische Körper übertrifft die künstlichen Automaten dadurch, dass er ganz organisch ist; er ist Maschine bis in die kleinsten Theile, jeder Theil bis in's Unendliche getheilt ist immer noch wie ein Teich voll Fische, ein Garten voll Pflanzen und jedes Glied erlaubt wieder die gleiche Vorstellungsmannigfaltigkeit. Für die Entwicklung in der Zeit dachte Leibnitz sich ähnlich die Seelen aller Menschen und aller andern Arten die sind und sein werden von Adam an in den Vorfahren vorgebildet.

Leibnitz wollte deutlich nicht denkende und denkende Substanz, jede andre Beziehung und Erkennen der höchsten Dinge unter eine Anschauung bringen, aber er zog eher jenes zu diesem herauf. Man könnte sagen jedes Stäubchen war ihm ein Gott, nicht der Gott Staub. Weil die Consequenzen etwas verhüllt waren und weil alles Dualistische an dem Gegensatz von Kraft und Substanz bei ihm einen Anknüpfungspunkt fand, wurde die Theorie ohne den dem Materialismus geleisteten Widerstand angenommen.

Reflexionsloser finden sich wesentlich Leibnitzische Auffassungen in Christian Wolf's Schriften, 1723—1731, den „vernünftigen Gedanken von der Natur, den Absichten der natürlichen Dinge, dem Gebrauch der Theile in Menschen, Thieren und Pflanzen" und der „Cosmologia generalis." Besonders tritt die teleologische Auffassung hervor, die Erfüllung mit göttlichen Absichten, die übrigens als nothwendige Folgen aus dem Wesen der Dinge, da Gott Alles gewusst habe, was aus ihnen hervorgehn werde, bezeichnet werden. Beweis wenig tiefen Eindringens ist, dass Wolf die Schwierigkeit aus immateriellen Dingen, die keine Theile haben, daran sie

Digitized by Google

sich berühren, zusammengesetzte, die Theile haben, herzustellen, zu lösen meint, indem er sagt, weil jedes einfache Ding auf eine besondere Art mit den andern zugleich sei, müsse es seinen besondern Punkt haben und da jedes mit dem andern verknüpft sei, machen viele eins aus und das Zusammengesetzte erhalte Länge, Breite und Dicke. Eine Taschenspielerei, die kaum die Unmöglichkeit auf eine andre Stelle zu setzen sich die Mühe giebt. Uebrigens war die systematische Durchführung so vollständig, wie sie vielleicht nur diejenigen zu geben vermögen, die naiv an sich selbst glauben.

Die metaphysischen Glaubensartikel von der Immateriellität der Seele und der Zweckmässigkeit der Schöpfung waren bedeutende Waffen im Kampfe gegen den Materialismus. Derselbe blieb bei der idealen Geistesströmung unbeliebt, obwohl die Gelehrten, selbst Lavater und Herder sich dem nicht verschlossen, wie tief er die Metaphysik erschüttert hatte. Der Idealismus war Hoffnung, der Materialismus Hoffnungslosigkeit. So erschien Göthe als jungem Doktor zu Strassburg 1771 Holbach's Système de la nature so grau, so kimmerisch, so todtenhaft, dass man Mühe habe seine Gegenwart auszuhalten, davor wie vor einem Gespenste schaudere; eine rechte Greisenhaftigkeit, in welcher der Verfasser, statt aus der bewegten Materie die Welt vor Augen aufzubauen, nachdem er einige allgemeine Begriffe hingepfahlt, sogleich die Natur verlasse, um das, was höher als die Natur oder als höhere Natur erscheine, zur materiellen, schweren, zwar bewegten aber doch richtungs- und gestaltlosen Natur zu verwandeln und dadurch viel gewonnen zu haben glaube*). Er hielt fest an der Göttlichkeit eines einheitlichen Wesens, erhaben über jede Vorstellung den Menschen als Welt erscheinend; ihm war Gott in der Natur. Das werden wir auch anlegen dürfen, wo es sich nicht sehr viel später um Göthe's Eigenthümlichkeiten in Auffassung speziell der organischen Schöpfung handelt. Seinem Wesen entsprach es, Gedanken aus dem Reichthum der natürlichen Dinge herauszulesen und die Gedanken zu verkörpern.

Kant's Schriften, von 1747 ab, gipfelten in der „Kritik der reinen Vernunft und der Urtheilskraft“ und in den „metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft.“ Er unterschied zwei Arten menschlicher Urtheile, die synthetischen, in welchen das Prädikat durch das Urtheil zugetheilt, nicht schon im Begriffe des Urtheils enthalten ist, der Begriff erst in dieser Form gegeben wird; und die analytischen, in welchen das Prädikat dem im Urtheile Behandelten angehört, der Begriff durch das Urtheil analysirt wird. Man kann das umsetzen: Wenn ich etwas dem Begriffe nach einer Sache Zukommendes aussage, so analysire ich den Begriff, wenn ich aber etwas aussage, was sich in dem gegebnen Begriff noch nicht befindet, so setze ich

*) Wahrheit und Dichtung. XI. Buch.

Digitized by Google

einen zusammen. Auf Erfahrung seien synthetische Urtheile zu gründen, zu analytischen bedürfe man ihrer nicht. Zur Analyse bedarf man allerdings neuer Erfahrung nicht, aber die Bedeutung des Synthetischen und Analystischen steht für den Einzelfall in der Zeit. Was heute aus Synthese wurde, kann morgen durch Analyse dienen. Das analytische Urtheil ist ein Zurückgehen auf die synthetisch verbundenen Theile, eine Probe auf die Synthese oder eine Befestigung derselben. Aller Begriff ist synthetisch entstanden, nicht grade in uns, nicht grade jetzt. Kant nimmt synthetische Urtheile an, die von vornherein gegeben seien und eine wesentliche allgemeine Bedeutung und Nothwendigkeit hätten, welche den synthetischen Erfahrungsurtheilen abgehn. Zum Beispiel: „Alles was geschieht, hat eine Ursache;" das ist synthetisch, weil im Begriffe des Geschehns der der Ursache nicht schon liegt; oder: „In allen Veränderungen bleibt die Menge der Materie unverändert", ist synthetisch und doch ist Beides, nach Kant, a priori gegeben. Die Sinnlichkeit gebe den Anschauungen die Materie der Erscheinungen a posteriori; eine reine Form, in die das Mannigfaltige eingeordnet werden könne, sei a priori im Subjekt vorhanden. Solche aprioristische Formen der Anschauung, vom Wahrgenommenen unabhängige Funktionen der Erkenntniss seien Raum und Zeit. Kant hat das, an dessen Vorstellungsbildung Alles Theil nimmt und welches überall soweit gleich eintreten kann, dass wir uns der Zusammensetzung der Vorstellung aus einzelnem Empfundenen nicht bewusst zu werden pflegen, und des Gegensätzlichen entbehrt, als a priori gegeben als reine Form der Anschauung bezeichnet. Man sollte aber nicht das, was unsre Vorstellungsbildung begränzt, als ausser ihr gesetzt annehmen; nur das Umgränzte giebt die Gränze, die Form. Ohne im Uebrigen auf die transcendentale Logik Kant's mit den Axiomen, Anticipationen, Analogieen der Erfahrung und Kategorieen einzugehn, bemerken wir nur noch, dass ihm Natur materiell den Inbegriff aller Gegenstände der Erfahrung, formal deren Gesetzmässigkeit und wenn a priori erkannt, deren nothwendige Gesetzmässigkeit darstellt. Gesetze in der Natur könnten wir nur vermittelst der Erfahrung, aber die Gesetzmässigkeit selbst könnten wir nicht durch sie erkennen, der Verstand schreibe sie vor. Wir bilden uns jedoch den Begriff der Gesetzmässigkeit indem wir Alles, was wir erfahren haben, entscheidend annehmen für Alles, was sei; diese ideale Ergänzung beruht aber auch auf der Erfahrung aus dem Realen, welches bis dahin geschehn konnte und hat nur Berechtigung, soweit diese Begründung reicht. Für die Erklärung der spezifischen Verschiedenheit der Materie zog Kant dem mechanischen den dynamischen Weg vor, welcher jene aus der Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Kräfte der Zurückstossung und Anziehung ableitet; daher der Name der dynamischen Richtung. Es sei, meinte er, ungereimt zu hoffen, dass ein Newton kommen könne, der für die Organismen eine mechanische Erklärung

Digitized by Google

des Ursprungs finden werde, wie für das Weltgebäude, dessen Verfassung und mechanischen Ursprung er selbst total nach Newtons Grundsätzen abzuleiten versuchte. Die Unterbreitung des Organischen überhaupt unter die Gesetze der Mechanik erschien ihm aussichtslos und das ist für die Scheidung zwischen exakten Naturwissenschaften und biologischen weithin Vielen massgebend gewesen.

Die didaktische Methode spekulativer, mystisch pantheistischer Philosophie bei Schelling und Hegel hat der zeitgenössischen Naturforschung zwar ihren Stempel aufgedrückt, aber keine Momente von bleibender Bedeutung ergeben, oder bedurfte doch dazu des Durchgangs durch neue Medien.

Als gegen 1830 die idealistische Periode altersschwach geworden war, nahm die realistische Tendenz die materialistischen Formen aus mehr oder weniger bewusster Ueberlieferung wieder auf. Die Masse des Materials machte jedoch die Arbeitstheilung überall nothwendig, und wie die Naturforscher weniger geübt in philosophischer Arbeit, Geschichte und Sprache der Philosophie, so waren die Pilosophen keineswegs mehr an der Spitze der naturwissenschaftlichen Untersuchungen im weitern Sinne des Wortes. Immerhin griffen die gesonderten Arbeiten klärend zusammen. Ludwig Feuerbach mit der Philosophie der Zukunft, welche Wahrheit, Wirklichkeit und Sinnlichkeit identifizirte, obwohl er, wie Hegel, Denken ohne Empfinden annahm, Schopenhauer, dem der Wille das einzige metaphysische Prinzip blieb, Strauss mit dem Leben Jesu und Quetelet mit dem Buche über den Menschen, welche die Präjudize wegzuschaffen bemüht waren, und andere Philosophen und Litteraten begegneten den Naturforschern, einem Lyell, der die geologischen Hypothesen auf die Ereignisse des Tages baute, Johannes Müller mit der physikalisch-physiologischen Richtung, der Schule Liebig's,*) der Stoffbildung und Stoffwechsel in lebenden Körpern bestimmter als je zuvor nach chemischen Gesetzen verfolgte und so, obwohl er die Bedeutung der Deduktion in der Forschung an die Spitze stellte und für das Verständniss des Lebens in verschiedner Form Ausdruck suchte, doch mehr als Jemand dazu beitrug, die organische Welt exakter Forschung zu unterwerfen, einem Flourens, Magendie, Longet, deren Vivisektionen die Theilbeziehungen der Nerventhätigkeit darstellten

*) Eine Aeusserung Liebig's ist: „Nichts hindert uns die Lebenskraft als eine besondre Eigenschaft zu betrachten, die gewissen Materien zukommt und wahrnehmbar wird, wenn ihre Elementartheilchen zu einer gewissen Form zusammengetreten sind.“ Eine andre: „Wenn man voraussetzt, dass die Kräfte der unorganischen Natur identisch mit denen der organischen sind, so nimmt man nothwendig an, dass alle Naturkräfte uns überhaupt bekannt, dass ihre Wirkungen ermittelt sind, dass man im Stande ist, von den Wirkungen rückwärts die Ursachen zu erschliessen und aus einander zu setzen, welchen Antheil jede einzelne an den Verrichtungen des Lebens nimmt.“

Digitized by Google

und die Seele theilbar erscheinen liessen, einem Esquirol mit der körperlich heilenden Psychiatrik, Weber mit dem Gesetze, dass Empfindungsunterschiede gleicher Art sich wie die Quotienten der zugehörigen Reize verhalten, woraus Fechner die Formel für die Stärke der Empfindung ableitete, Helmholtz mit den feinen physikalischen Untersuchungen über die Arbeit der Sinnesorgane und der leitenden Nerven und du Bois Reymond mit denen über thierische Elektrizität, den zahlreichen Untersuchern über die Gewebsbildung, über die Mechanik in der Anatomie, den Anthropologen, endlich der Wiederbelebung und Erneuerung der Transmution und Descendenzlehre durch Charles Darwin. Nachdem noch einmal auf der Göttinger Naturforscherversammlung ein heftiger Kampf entbrannt war, gewann die Behandlung von Leben und Seele auf materialistischer Grundlage durchaus das Uebergewicht und mit dem neuen naturwissenschaftlichen Materiale gerüstet, in Moleschott's Kreislauf des Lebens, Vogt's Köhlerglauben und Wissenschaft, Büchner's Kraft und Stoff popularisirt weiteste Verbreitung.

Die Einführung von „Atomen“ in die Chemie ist nur als eine Beschreibungsform für Thatsachen zu betrachten; erst suchte Bergmann die Verschiedenheit chemischer Verwandtschaft in ihrer Gestalt, dann Dalton die Verschiedenheit in dem Gewicht, man ist sich jedoch dabei bewusst, dass Atome weder Gestalt noch Gewicht haben können.

Abschluss.

In Beziehung auf Hauptsätze philosophischer Versuche würden wir das Folgende annehmen:

Die Natur kann nur beschrieben werden. Erklärungen, Aufstellung von Kausalitäten und Zwecken, mechanische, dynamische, monistische, dualistische Systeme sind Versuche der Naturbeschreibung. Die nützlichste wird unter ihnen die sein, die in einfachster und leichtest fassbarer Weise das Vollständigste bietet.

Die Naturbeschreibung vermag nur mit Vorstellungen zu arbeiten, die Inhalt und Form aus sinnlicher Erfahrung entnehmen und muss sich dazu konventioneller Ausdrücke bedienen, sie vermag nicht über die Sinnesempfindungen hinauszugehn und hat sich den geschickten Ausdruck zu suchen.

Mit Sinnesempfindung bezeichnen wir Einwirkung auf das Centralnervensystem durch Vermittlung der Sinnesorgane. Die Natur existirt für uns nur durch Sinnesempfindung. Diese wirkt dabei als Ganzes und zerlegt. Dabei ist wichtig die Existenz und Kooperation verschiedner Arten von Sinnesorganen und die qualitative Organisation der Einzelnen. Die Einzelwirkungen können in neuer Ordnung zusammentreten. Die Auflösung und

Digitized by Google

Verbindung von durch verschiedenartige Sinnesorgane, in verschiedner Quantität und Qualität, zu verschiedner Zeit und an verschiednem Orte Durchgegangnem und wirksam Gewordnem, des Erfahrnen, nennen wir Denken. Was durch diese Anordnung als Resultat von Empfindung entsteht, heisst Vorstellung. Für die einzelnen Vorstellungen, eigentlich in konventionellem Gleichsetzen von Vorstellungen, da der Ausdruck selbst wieder Vorstellung erzeugt und vertritt, hat der Mensch als bestimmtestes Mittel Ausdrücke in Worten und Zeichen, die nichts anders als solche Vorstellungen darstellen sollen. Bei gleichen Erscheinungen für Empfindung und Ausdruck schliessen wir in Andern auf das gleiche Mittelglied der Vorstellung. Darüber hinaus finden wir Beweise gleichen Geschehns bei Handlungen, welche, ohne solche bestimmte Ausdrücke zu sein, erfahrungsmässig sich mit Denkprozessen verbinden, deren Wesen durch Ausdrücke festgestellt ist. Wir entnehmen, dass der Hund Vorstellungen über den unmittelbaren und augenblicklichen Sinneseindruck hinaus habe, dass er sich etwa vorstelle, es gehe zur Jagd, wenn sein Herr die Flinte nimmt, daraus, dass er jenen besondern Eifer zeigt, der sich mit der Jagd bei ihm verbindet. Es verknüpft sich das leicht, indem bei Kindern, Idioten, Leuten mit uns ausser Sprachgemeinschaft, die Neigung den Mangel des schärfern Ausdrucks durch Energie des unscharfen auszugleichen bemerkt wird. Der Beweis über das Einzelne der Vorstellungen geht mit der bestimmten Form des Ausdrucks verloren.

Je mehr sich das Auflösen der Empfindungen und das Wiederverbinden, das Beharren und Nachwirken ausbilden, um so mehr tritt augenblicklich und als Einheitliches die Empfindung und deren Wirkung, also die Einwirkung der Aussenwelt in der Zeit, deren spezialisirtester Theil die Sinnesempfindung ist, an Bedeutung zurück gegenüber der Nachwirkung des früher Erlittnen, das einzelne empfangne Bild gegenüber den Vorstellungen, um so mehr entfernen sich die Vorstellungen von dem, was empfangen zu haben man sich bewusst ist. Wenn auch nicht mit Mass und Waage nachweisbar, ist darin etwas dem Prinzipe der Erhaltung der Kraft Entsprechendes, nicht nur im Allgemeinen, dass eine Einwirkung jetzt oder später sich geltend machen kann, sondern auch im Einzelnen, dass der Effekt anders ist bei raschem geschlossnen Durchgehn als bei einer Gliederung und besondern geordneten Verwendung in langer Dauer. Das Auflösen des Empfangnen ist Abstrahiren. Wird auf verschiednen Stellen Gleichartiges abgelöst und zusammengestellt, so entstehn Kategorieen. Jeder Theil der Empfindung kann dazu genommen werden; so ist keiner für sich das Wesen einer Sache, er wird das nur durch Bezugnahme. Ausdrücke für Kategorieen entsprechen nicht den Einzelempfindungen; theils erfüllen sie sie nicht, theils gehen sie darüber hinaus. Vorstellbar sind Kategorieen nur als Summe von Einzelempfindungen, an denen das nicht in die Kategorie Fallende, weil vereinzelt, weniger zum Eindruck gelangt und hintangesetzt wird. Je mehr

Digitized by Google

die Kategorieen abstrakt werden, um so schwieriger ist es, sie als aus Einzelempfindungen hergestellt zu erkennen. Sie erscheinen um so mehr von solchen frei, selbstständig, a priori gegeben. Die obersten Kategorieen sind die am weitesten verbreiteten; es ist am schwersten, sich von ihnen eine bestimmte Vorstellung zu bilden, und gar nicht möglich, solche zu definiren, bei denen uns jede Gegensätzlichkeit fehlt, wie Raum und Zeit. Solche Abstraktionen sind auch Kausalität und Zweck, der Gegensatz der Bewegung zur Substanz, der Kraft zum Stoff, der Seele zum Leib, Gottes zur Welt.

Wo wir Denken erwiesen erachten, finden sich besondre Einrichtungen. Die Besonderheiten in diesen gestatten, dass wir mechanische Anordnung kleiner, sehr empfindlicher Elemente für die Zerlegung, Verbindung, Uebertragung, Aufspeicherung von Empfindungen und so die physische Thätigkeit als wesentliche Bedingung annehmen. Für die volle Entwicklung der Vorstellungsbildung, namentlich für die dabei wichtige spätere Verwendung des früher Erlebten, erscheint nicht nur die Gegenwart sondern auch das Maass dieser Theile entscheidend. Es ist nicht geboten anzunehmen, dass alle Substanz in so geordneter Weise vorstelle und denke, aber auch nicht, dass nur in so geordneter Weise gedacht werden könne. Es erscheint namentlich eine nicht proportionale Entwicklung des solche Vorgänge Zusammensetzenden, der Wahrnehmung, der Verarbeitung, des Festhaltens sehr annehmbar. Empfindung gleichgesetzt, wären vielleicht zunächst direkte Wirkung und Nachwirkung umgekehrt proportional, bei Gleichheit der letztern Zertheilung und Kombination von der Menge der in Betracht kommenden verbundnen Nervenelemente abhängig. Wie es aber nicht nöthig ist, dass jede Einwirkung auf Substanz Vorstellungen errege, so kann wohl auch die an sich dazu geeignete Einwirkung in jener Gliederung dazu ungeeignet werden. Mit den körperlichen Einrichtungen sinkt der innere Vorgang merklich, endlich fehlen die Beweise seines Stattfindens in der Funktion oder aus der Gegenwart der Organe. Wir können jedoch nicht behaupten, dass Denken nicht mehr bestehe, wo Zeichen der Empfindung, welche im Merklichwerden bestimmter so verstandner Bewegung liegen, nicht mehr erscheinen, weil unser Wahrnehmungsvermögen beschränkt ist, das Verständniss nur auf Umwegen in Schlüssen, die trügen können, zu Stande kommt, auch gar nicht nothwendig das innre Geschehn den von uns anerkannten äussern Nachweisen proportional zu sein braucht. Es fehlt uns die Abgränzung, wo Materie zu denken beginne. So wird es auch unlösbar sein, wie aus nicht empfindenden Theilen empfindende, aus nicht denkenden denkende werden, obwohl durch genauere Untersuchung mit Zerlegung des in Empfinden und Denken Geschehenden die Frage zu fördern wäre. Was hierfür und dafür, was überhaupt in Empfinden geschehe, zu sagen ist, kann nur der Erfah-

Digitized by Google

rung entnommen werden. Reflexion kann diese nur fassen, ordnen, aber nicht ersetzen oder vermehren.

Da Vorstellungen nur aus Sinneserfahrungen existiren, so fehlt uns das Mittel, zu entscheiden, ob andre Umstände als durch Sinnesempfindung durchgehende Erfahrung erzeugen. Dass die Verarbeitung des durch Sinnesempfindung Eingetretnen abhängig sei von weitern Einflüssen, also von der Ernährung, der Zufuhr und Abfuhr von Stoffen bei Erhaltung im Wesentlichen gleicher chemischer Beschaffenheit unter der Einwirkung der Umgebung, ist jedem bekannt. Die Verarbeitung, das Denken ist ein in den gedachten Organen nicht ausbleibender Theil ihrer sogenannten Lebenserscheinungen, es ist das sie Auszeichnende.

Mit der Verschiedenheit der denkenden Theile ist eine Verschiedenheit der Erfahrung und Vorstellung gegeben. Um das zu würdigen ist die Antithese des begreifenden Substanzlosen und der begriffnen Substanz nützlich gewesen; da aber Denken ohne Substanz nicht gegeben ist, ist sie keine ausreichende Beschreibung. Die Vergleiche, welche man anwendet, um zu beschreiben, wie Substanz denke, über Andres oder sich selbst, passen zu unvollkommen; die einzige Gegensätzlichkeit und Beziehung, welche besteht, ist eben die des Denkens gegen das Gedachtwerden. Selbstbewusstsein ist Abstraktion, nicht ein Ding. Die Grundschwierigkeit der Beschreibung desselben wird nur scheinbar beglichen, wenn man sagt, ein Theil denke über den andern, so nützlich es für die einfachere Gestaltung der Frage ist, sich daran zu erinnern, dass jeder Theil dem andern und das Vorausgegangne dem Gegenwärtigen eine Aussenwelt bildet.

Wie der Geist, das Ganze der Denkprozesse, kann auch das Leben nicht ohne Körper vorgestellt werden, an denen und durch die es geschieht. Auch hier ist die Betrachtung nach Theilen wichtig, deren einer, treibend und empfangend, einem andern entgegenstehn kann. Der Körper, der nicht mehr lebt, ist der Körper nicht mehr, der lebte; er stellt nicht diesen dar nach Abzug des Lebens; er lebt nicht mehr, weil er nicht mehr ein solcher ist, dessen Eigenschaften Leben genannt werden. Leben an sich giebt es nicht, es ist eine Abstraktion. Welche besondern Erscheinungen wir damit zusammenfassen, das zu untersuchen wird unsere weitere Aufgabe sein.

Digitized by Google

Zweites Buch.

Die Eigenschaften thierischer Körper im Allgemeinen.

Der Umfang des Stoffs und die Mittel der Vergleichung.

Der wissenschaftlichen Forderung, für die Beschreibung Gleiches zusammen zu fassen und vom Uebrigen zu unterscheiden, wird man in der Zoologie gerecht, indem man zunächst Arten bildet. Der Werth dieses Begriffs wird später untersucht werden. Wenn derselbe durch diese Untersuchung an Schärfe und an vermeintlicher Ewigkeit der Bedeutung für das Einzelne verlieren sollte, wird man doch immer im Stande bleiben, grosse Zahlen von Thieren mit so grosser Uebereinstimmung zu finden, dass man für etwaige Verschiedenheiten zwischen ihnen keine bestimmten Gränzen ziehen kann. Eine solche Summe wird man unter eine Gesammtbeschreibung bringen und nicht mit entsprechendem Vortheil in verschiedne Beschreibungen vollständig auseinander legen können. In dieser Weise hat man seit Menschengedenken zusammengefasst, darauf beruhen die Thiereinzelnamen und solche Zusammenfassungen hat die Wissenschaft Arten genannt.

Es wäre nicht ohne Interesse, etwas von der Zahl der Arten und der der Individuen in den Arten zu wissen. Dass über jene nichts Bestimmtes zu sagen ist, liegt theils in der Unvollkommenheit unsrer Kenntniss namentlich betreffs kleiner Thiere fremder Länder, theils in der Unsicherheit der Abgränzung der Arten von einander. Für die Bemessung der Zahl der Individuen in den Arten macht sich der Zweifel über die Artbegränzung ebenso geltend, aber auch ohne das ist nur für verhältnissmässig wenige Fälle eine brauchbare Schätzung möglich.

Die Menge der Individuen ist ein Produkt aus der Dichtigkeit und der Verbreitung. Es würde sich danach schon voraussehen lassen, dass das am meisten kosmopolitische Thier, der Mensch, obwohl seine Körpergrösse und die daraus resultirenden Bedürfnisse die Dichtigkeit des Vorkommens beeinträchtigen, verhältnissmässig zahlreich sei. Das statistische Bureau

Digitized by Google

von Washington, sowie E. Behm und H. Wagner haben neulich die Zahl der Menschen auf der Erde mit 1391 Millionen angegeben.*) Wenn, wie man jetzt meint, China statt ihm zugedachter fast 500 nur 300 Millionen Einwohner hat, so soll sich das durch Indien ausgleichen, welches mit 240 Millionen ganz gleich unterschätzt worden wäre. In geographischer Verbreitung kommen unter den Säugethieren dem Menschen die hauptsächlichsten Hausthiere am nächsten. Sie haben sich mit der Kultur sehr vermehrt, ihre Zahl wird nicht so streng wie die andrer Thiere bedingt von den natürlichen Existenzbedingungen, sondern ist begünstigt durch die Vorsorge des Menschen. Ebenfalls grosse Säuger, unterliegen auch sie andrerseits der daraus resultirenden Zahlverringerung. Die Zahl der kleinern unter ihnen übertrifft an vielen Orten die der Menschen, aber im Ganzen wahrscheinlich nicht, die der grossen wohl gewiss nicht; eine genaue Statistik kann hier noch weniger gegeben werden als für den Menschen. Beispielsweise hatte Australien, welches 1786 zuerst Hausthiere einführte, 1870 über 47000000 Schafe, 4 bis 5 Millionen Rinder, 600000 Pferde auf nur 1700000 Menschen; in der argentinischen Republik hat die Provinz Buenos-Aires 45000000, die Cap-Colonie hatte 1865 10000000 Schafe, die vereinigten Staaten von Nordamerika, mit in hohem Grade viehzüchtenden Gebieten, hatten 1871 an Schafen und Schweinen nicht ganz je 32000000, bei wenig grössrer Zahl von Menschen, an Rindvieh nicht 27000000, an Pferden nicht 9000000 Stück; Preussen hatte 1873: 2278724 Pferde, 8612150 Rinder, 19624758 Schafe, 4278513 Schweine; England rund 1300000 Pferde, 6125000 Rinder, 30313000 Schafe und 2422000 Schweine**); Oesterreich 3570000 Pferde, 9600000 Rinder, 20100000 Schafe; von den kleinern Staaten bewegte sich Württemberg in den letzten Jahren zwischen 90000 und 100000 Pferden. Die 1871 in den Handel gekommne Wolle von ganz Europa sammt dem ganzen Russland, den vereinigten Staaten Nordamerikas und La Plata, Capland, Ostindien, Australien nebst Tasmanien und Neuseeland wog 1121519000 Pfund und würde, wenn man $3^1/_4$—$3^1/_2$ Pfund Wolle auf das Schaf rechnet, auf etwa 300000000 Schafe in jenen Ländern bei etwa der doppelten Anzahl von Menschen schliessen lassen. Elsner in Gronau rechnet die Wollproduktion der ganzen Erde auf 1676770000 Pfund, also etwa die Hälfte mehr. Die Summe der Pferde, Maulthiere und Esel beträgt für Deutschland, Oesterreich, England, Frankreich, Spanien, Italien, Niederlande, Skandinavien, Schweiz, Russland und die vereinigten Staaten Nordamerikas noch nicht 37000000, vielleicht ein Achtel der Einwohner. Büffel hatte Ungarn 1870: 73153 Stück. Von Kaninchen liefert Frankreich, welches an ihnen am reichsten ist, dem Pelz-

*) 1858 nach Dieterici 1283 Millionen.

**) Nach einer andern Notiz gelten diese Zahlen für 1874.

Digitized by Google

handel jährlich 6000000 Stück. Man spricht oft von unzählbaren Mengen von Ratten und Mäusen, aber sie pflegen, soweit es sich um die mit dem Menschen kosmopolitischen Arten handelt, nur dicht zu sitzen, wo dieser noch dichter sitzt, besondre Ausnahmen vorbehalten, die für das Ganze nicht in's Gewicht fallen; denn, was will es sagen, wenn man auf Howlandinsel 3300 Ratten in einem Tage, oder auf dem Schindanger von Paris zu Montfaucon in wenigen Nächten 16600 erlegte. Bei den übrigen kommt wie bei den ganz wilden Säugern die beschränktere geographische Verbreitung in's Gewicht und die grosse Zahl an einem Flecke giebt keinen weitern Massstab. Es giebt immer noch in Afrika Heerden von 40000 Springböcken, Buschböcken, Blauböcken, das ist aber das durch die Jahreszeit auf einem Weidebezirk gesammelte Material, während Hunderte von Quadratmeilen thierlos sind. Die Aleuten tödten jährlich an 3500000 Seebären, aber diese sind zu den Zwecken der Fortpflanzung an günstigen Küsten zusammengekommen; 1803 erschlug man auf einem Platze bei Unalaschka 800000 um 700000 davon wegzuwerfen. Auf die Messe von Irbit bringt man 3000000 Eichhornfelle; Canada und die vereinigten Staaten liefern jährlich 5000000 Stück Bisam; auf den Londoner Markt kamen 1788 noch 170000 Biber; in der Feldflur von Gotha erschlug man 1817 12000 Hamster; der spanische Consul musste in Charleston etwa ebenso viel Fledermäuse tödten lassen, ehe er seine Wohnung beziehen konnte. Aber jedesmal eine kurze Strecke weiter und man hat andre Arten, wenn überhaupt noch ähnlich starke Vertretung. Es möchte hiernach vielleicht keine Säugethierart den Menschen an Individuenzahl übertreffen.

Unter den Vögeln berechnete d'Audubon einen einzelnen Schwarm von Wandertauben, welcher bei Louisville am Ohio mehrere Tage zum Vorüberziehn brauchte, auf mehr als eine Billion, also fast die Zahl der Menschen auf der ganzen Erde; andre amerikanische Schriftsteller schätzten solche Schwärme auf mehr als das Doppelte. Es ist wahrscheinlich, dass die Grundlagen der Schätzung, zunächst dass auf einen Quadratyard oder 9 Quadratfuss eine Taube komme, falsch genug sind, aber selbst eine Verringerung auf ein Zehntel giebt ungeheure Summen. Uebrigens kommt auch hier das Sammeln zum Zug und die geographische Beschränkung in Betracht, denn die Wandertauben, gänzlich auf Nordamerika beschränkt, zerfallen daselbst noch in zwei Arten. Auch die Vögel, welche die Strände arktischer und antarktischer Meere bedecken und den Guano auf regenlosen Küsten und Inseln anhäufen, sind an einzelnen Plätzen nach Millionen geschätzt. Genauere Berechnungen stellen es aber schon als auffällig, wenn überhaupt richtig, hin, dass eine Million Seeschwalben auf Norderoog brüten, während an den Macquarie-Inseln die auf einmal zu Land gehenden Pinguine nur auf 40000, und die auf den Westmannsinseln jährlich ausgenommnen jungen Sturmvögel auf 20000 angenommen wurden. Die in dem ausgedehnten und lebensreichen Inselgebiete von Neuguinea, Suluarchipel, Java, Ceylon u. s. w.

Digitized by Google

gesammelten Nester der Schwalben oder Salanganen kommen jährlich auf den chinesischen Markt nur mit einigen Millionen. Von den Seevögeln, die an den steilen Küsten sitzen, sieht eben der vorbeifahrende Seemann fast jedes Stück, landeinwärts ist in der Regel nichts, die geographische Verbreitung ist gering, allermeist nicht einmal zirkumpolar, die arktische Vertretung ganz von der antarktischen, die im nördlichen stillen Meere fast ganz von der in der Nordatlantis verschieden. Gewiss sind nur wenige Vogelarten für die Individuen nach Tausenden von Millionen zu zählen, damit dem Menschen in Zahl überlegen.

Wenn für Fische von ziemlich vielen Arten sehr grosse Zahlen bekannt sind, so liegt das daran, weil grade diese hauptsächlich Fangfische und also besonders genau beobachtet sind und die Nachstellungen hauptsächlich in den Laichzeiten geschehen, wo sie manchmal für eine Art die Vernichtung der grössern Zahl oder doch eines starken Prozentsatzes der überhaupt lebenden Individuen bedeuten. Da das Meer mit seiner verschiednen Tiefe, dem Bau und Streichen der Ufer, dem Einströmen süsser Gewässer, dem wechselnden Boden ähnliche Ungleichheiten und Bedingungen zur Beschränkung geographischer Verbreitung setzt als das Land, so ist Grund genug, den grossen Zahlen einzelner Fische keine allgemeine Anwendung zu geben.

Der nordatlantische Ozean liefert, besonders von der Bank von Neufoundland, jährlich 300000000 Kabliaue. Da nach Leeuwenhoek ein Weibchen 9500000 Eier bringt, so genügen wenig Ueberlebende zur Erzeugung ausreichender Nachzucht, wenn diese während der Brut und des Wachsthums nicht zu viel Verluste hat. England und Norwegen salzen jährlich etwa 800000 Fässchen Häringe, Deutschland führte 1872 710843 mit etwa 597 Millionen Stück Inhalt ein, was nur ein kleiner Theil der Ausbeute von England und Holland zusammen war; vielleicht liefert der Ostseefang für Deutschland mehr als das. Riga packte 1840 300000 Fass Sardinen. Die norwegische Fischerei ergab nach Alfons Meinert 1871: 2684000 Zentner Häringe; 35397000 Stück Dorsche, die dort wohl identisch mit Kabliau sind; an Sej oder Köhlern 11000000 Stück; an Lachsen und Makrelen 75000 Zentner; 1000000 Hummer; 30000 Hakjäringhaie und 82194 Walrosse und Seehunde. 1870 waren der Seehunde, fast Alles Grönland- oder Sattelrobben, 85765 u d dazu kommen die für gewöhnliche Jahre auf 36000 berechneten in Dänisch-Grönland erschlagnen.

Bei niedern, essbaren, und deshalb auf die Zahlen eher als andre zu schätzenden, Seethieren sind die Zahlen ebenfalls gross. An Austern bringt der Kanal jährlich 2000000000, New-York braucht 3000000000, in beiden Fällen gewiss nur ein kleiner Bruchtheil der Individuen der vielleicht für die beiden von einander so weit entfernten Küsten der Atlantis zu trennenden Arten, da doch jedes Stück mindestens 3—4 Jahre zählen muss, bevor es marktfähig wird. Belfast lieferte 1855: 400 Tonnen, also 800000

Digitized by Google

Pfund Strandschnecken nach London, das wären über 100000000. Von grossen zur Cameenschneiderei gebrauchten Helmschnecken kamen nach Liverpool aus Indien in einem Jahre 300000 Stück und von den als Geld dienenden kleinen Kaurischneckenschalen 300 Tonnen oder 600000 Pfund. Viele Millionen Individuen einer Holothurie, Seewalze, Hunderttausende von Zentnern wiegend, gehn aus indisch-australischen Meeren alljährlich nach China.

Weit grösser werden die Zahlen sehr kleiner Seebewohner. Im Magen eines Härings, des vielleicht zahlreichsten Fisches, fanden sich 60 Garneelkrebse, die Nahrung etwa eines halben Tages; theilen wir das auf 6 Arten und rechnen wir, dass 5000 Millionen Häringe sich damit zu füttern hätten, für Garneelkrebse aber alle Jahr dreimal Nachkommen kämen, so müssten von jeder Art 6 Billionen vorhanden sein, um jene Anzahl Häringe zu füttern. Müssen es nicht auch hunderte Millionen von Sandwürmern sein, die, wenn die Fluth einige hundert Fuss zurücktritt, längs einer Meile Küste nach der andern ihre Häufchen gehoben haben, und decken nicht vielleicht hundertmal zahlreicher die kleinen Röhrenwürmer jeden Stein und jedes Algenblatt, oder Seepocken jeden Fels in spülender Brandung, und wieder hundertmal mehr die Thiere krustiger Bryozoen, Eschara und Flustra, deren bei Flustra carbacea 1800 auf einem Quadratzoll, etwa hundert Millionen auf den Wänden einer Stube Raum hätten, Alles, was unter Meer liegt. Sowerby fand 20—30000 englische Quadratmeilen Meeresoberfläche grün von kleinen Krebsen. Ihre Zahl schien ihm so gross, dass alle Menschen der Erde, von Beginn der jüdischen Zeitrechnung an, daran zu zählen gehabt haben würden, Tausende von Milliarden Milliarden.

Auch die an der Luft lebenden Insekten können sehr zahlreich werden.

Wenn in Baiern dermalen 200000 Joch Wald vom Borkenkäfer sich zerstört erweisen und man auf einem Quadratfuss Rinde deren etwa 500 findet, so dürften, wenn man auch nur einen Theil der Zerstörung auf das laufende Jahr rechnet, mindestens hunderttausende von Millionen Käfern gleichzeitig im bairischen Walde an jener Zerstörung gearbeitet haben. So füllen auch zu Myriaden Mosquitos erst als Larven die schlammigen Gewässer und dann die Luft sumpfiger Gegenden. Heuschreckenschwärme, die ganze Provinzen ausfressen, wie grade jetzt in Nebraska und den Territorien der vereinigten Staaten, das in einigen Monaten wegnehmend, was die regelmässige Speise von Millionen Menschen, Rindern, Schafen gewesen sein würde, müssen nach ähnlichen Zahlen gerechnet werden. Eine Termitenkönigin legt bis zu 80000 Eier in einem Tage, setzt das Monate lang fort und füllt den sich hoch thürmenden Bau mit Millionen ihrer Kinder. Und solche Bauten stehen wie die Hütten eines zerstreuten Dorfes in Menge einander nahe. Auch unter den Insekten nehmen die von Menschen gehegten

Digitized by Google

einen vorzüglichen Rang ein. Preussen hatte 1873 1453764 Bienenstöcke, rechnet man für den Stock nur 25000 Einwohner, so wären das etwa 36 Milliarden Bienen. Der Economista d'Italia hat für 1873 die Seidenproduktion der Erde auf 8470000 Kilogramm berechnet, davon je über drei Millionen aus China und ebensoviel aus Italien. Für ein Kilogramm Seide braucht man 8500 Räupchen. Es waren also in Pflege des Menschen 72 Milliarden Exemplare von Bombyx Mori, und davon in Italien sechs und zwanzig. Was aus Central-Asien an Seide nicht in den Welthandel kommt, dürfte unbeachtet sein.

Mit den Hausthieren vermehren sich zuweilen deren Parasiten zu sehr hohen Zahlen. Eine trächtige Krätzmilbe kann in 10 Wochen eine Nachzucht von 150000 Stück liefern. Träfe eine Infektion in dieser Art eine Heerde Schafe von 500 Stück gleichmässig, indem die Krätze nach Ansteckung einiger Thiere ein viertel Jahr unbeachtet blieb, so würden sich in einem einzigen Stalle vielleicht 75 Millionen Milben finden. Ein Mensch kann in einem halben Pfunde Schweinefleisch hunderttausend Muskeltrichinen geniessen und es erzeugen sich, da muthmasslich unter diesen 50000 Weibchen je 2000 Junge produziren, wenn eine Trichinenepidemie in solcher Gestalt 300 Menschen umfasst, aus einem oder zwei Schweinen eines Metzgerladens in 8—10 Wochen 30 Milliarden neue Muskeltrichinen. Nach Spencer Cobbold's Berechnung produzirt ein aus dem Ei hervorgegangnes Individuum von Taenia echinococcus vermittelst der zunächst geschehnden Bildung von Theilstücken und Geschlechtsthätigkeit dieser 150 Millionen Eier.

Neben sehr grossen Zahlen stehen kleine und sehr kleine. Selbst in grösseren Festlandgebieten und auf Inseln von beträchtlichem Umfang wie Borneo, Sumatra, Java ist die Individuenzahl grösserer Säuger, der Elephanten, Nashörner, Giraffen, Löwen, Gorillas, Orangs, Faulthiere, Ameisenfresser, Bären und dergleichen wegen der in der Regel ziemlich engen geographischen Einschränkung und dazu dem zerstreuten Vorkommen in den Wohnsitzen eine nur mässige. Einige Formen sind dabei durch die Veränderung der Gunst und Ungunst für ihre Existenz vorzüglich durch den Menschen dem Verschwinden nahe. Vom Alpensteinbock am Monte Rosa giebt es wohl kaum einige Hundert, vom europäischen Bison gab es 1873 im Walde von Bialowicza noch 528 und mit denen im Quellgebiet des Kuban im Kaukasus, oder auch den in den Wäldern des Fürsten Pless oder unter ähnlichen Umständen gehegten zusammen höchstens einige Tausend. Viel leichter treten kleine Zahlen ein, wo das Meer, im vollkommensten Abschluss, kleine Inseln oder Inselgruppen fern von Festländern Vögeln, Säugern, Reptilien, Schnecken, Insekten als einzigen Wohnplatz anweist. Dann begegnen wir zuletzt namentlich flugschwachen Vögeln, die nur in wenig Stücken bekannt geworden und selbst, was später zu berühren ist, unter den Augen des Menschen vernichtet worden sind.

Digitized by Google

Von Durchschnittszahlen, so dass man aus dem Produkte der Artenmenge mit Individuen das Gesammtleben auf der Erde, in Luft und Wasser, dann etwa mit Berechnung von Masse und Umsatz den Gesammtstoffwechsel an Thieren bestimmen könnte, ist hiernach nicht zu reden. Man mag sagen dürfen, dass die Individuenzahl sehr selten unter Tausenden, selten unter Millionen, sehr häufig Hunderte und oft genug Tausende von Millionen betrage.

Es ist als Prinzip aufgestellt worden, im grossen Ganzen bleibe die Individuenzahl einer Art gleich, weil die aus der Fruchtbarkeit hervorgehende Vermehrung durch die Gegenwirkung der beschränkenden äussern Umstände ziemlich gleichmässig regulirt werde. Das ist betont worden wegen der Verwendung für die Transmutationslehre. Es wäre vielleicht ein bessres Prinzip dahin zu stellen, dass die Arten eine sehr ungleiche Schwankung in der Individuenzahl haben und ertragen, welche das Produkt aus der Fruchtbarkeit und den äussern Verhältnissen ist, wobei aber im Einzelfalle für die Fruchtbarkeit selbst die äussern Verhältnisse ein direkt mitwirkender Faktor sind. Jedenfalls sind kolossale Schwankungen in der Individuenzahl vorhanden. In gewissen Jahresperioden sind viele Arten durch Erzeugung der Brut tausendfach, einige millionenfach so reich als in andern.

Dafür wären Beispiele wie in fremden Ländern die Termiten, so bei uns die Wespen, die im September so ungemein zahlreich, dann bis auf wenige befruchtete Weibchen wegsterben, Blattläuse und andre; wenn auch gemässigt gilt das doch auch für höhere Thiere; eine Feldflur hat im Herbst leicht zehnmal so viel Mäuse, als bei Winters Ausgang. War aber der Winter günstig, so kann ein Jahr im Ganzen gegen andre auffällig grosse Zahlen bieten. Dann tritt allerdings die Regulirung durch äussere Umstände, stärker progressive Entwicklung oder Beiziehung offner und versteckter Feinde, gewöhnlich rasch ein.

Wenn die Menge am offenbarsten wird, ist nicht immer die Zahl am grössten. Man findet an einem schönen Tage die Oberfläche einer Meeresstrecke fast steif von Firolaschnecken, am nächsten wenige, am dritten nur zerfetzte Ueberreste. Jene Individuen sind wirklich vernichtet, aber hundertfach findet sich ihre Zahl in Eiern und winzigen Embryonen mehr in der Tiefe. Die Menge organischer Substanz, in dieser Thierart angesammelt, ist allerdings dann zunächst geringer; sie mehrt sich wieder trotz der Dezimirung durch nachstellende Feinde. Aber auch dieses Setzen der Vermehrung an Stelle des Wachsthums geschieht so ungleichmässig, dass wir, wie keine Gesammtmasse der vertretnen organischen Substanz bestimmen, so auch keine Relation zwischen solcher Masse und der Individuenzahl aufstellen können. Könnte man sich von den Individuenzahlen, den Massen, dem Umsatz auch nur annähernd rechnungsmässige Vorstellungen bilden, so möchten sich daraus bestimmte Beziehungen zu dem periodischen Gange der

Digitized by Google

Zufuhr von Licht und Wärme, also von den letzten Effekten zu den ersten Ursachen des Lebens herstellen lassen.

Wie gross die Zahl der Thierarten sei, anzugeben, stösst ausser auf äussre auch auf innre Schwierigkeiten. Nachdem wir mehr als hundert Jahre eines rapiden Anschwellens dieser Zahl durch Zusammentragen aus allen Ländern und genauere Vergleichung gehabt haben, so dass die Beschreibungen in der Litteratur fast unübersehbar wurden und die Aufgabe, selbst in kleinern Gruppen wirklich Alles zusammenzurechnen, kaum ausführbar erschien, hat ein Rückschlag begonnen, tief begründet, aber für die Zählung noch übler. Das früher deutlich in Arten Getrennte zeigt soviel vermittelnde Glieder, dass man, statt die Zahl der Arten zu vermehren, sie durch Zusammenwerfen und Einziehen verringern kann.

Es handelt sich also zu untersuchen, nicht wie viele Arten die Natur hat, da dafür nach allen Richtungen die Grundlagen unvollkommen sein würden, sondern wie viele Sonderungen nach Eigenschaften, nach jetzigem Stande der Beschreibung zulässig erscheinen. Wie sehr diese Unterscheidungen in wenig Jahrzehnten sich vermehrt haben, lehrt eine Zusammenstellung mit einer Zeitdifferenz von nur 60 Jahren wie sie Oken machte:

Zahl der Arten: 1767 bei Linné:		1832 bei Bonaparte:	
Säuger:	221,		1149
Vögel:	904,		4109
Amphibien:	215,		1270
Fische:	467,		3586
		1832 bei Schreibers:	
Arthropoden:	2981,		31500
		1827 bei Blainville u. 1819 bei Rudolphi:	
Würmer im Sinne Linné's:	156,		1486
		1832 bei Schmidt:	
Schalthiere:	841,		4548
		1829 bei Eschscholtz u. 1816 bei Lamarck:	
Quallen und Polypen (im alten Sinne):	193,		812
		1832 bei Ehrenberg:	
Infusorien:	21,		410
	5999		48870

Die Befürchtung der Ungenauigkeit, welche damals schon geäussert werden musste, ist heute viel grösser. Annähernd dürften jetzt von Säugern etwa 2500 Arten, ebensoviel Reptile und Amphibien, je an Vögeln und Fischen fast 12000*), zusammen 28000 Wirbelthiere beschrieben sein.

*) Der Ichthyologe Günther fasst die Fische auf etwa 8000 zusammen.

Digitized by Google

An Schalthieren besass Smithsonian Institution in Washington schon 1865 60000 Arten. 1869 gaben Gemminger und Harold an, dass 80000 Käfer beschrieben und in den Sammlungen weitre 40000 Arten noch unbeschrieben aufbewahrt seien. Von Tagschmetterlingen waren 1860 etwa 3000 bekannt; England hat bei 65 Tagschmetterlingen dreissigmal so viel Nachtschmetterlingsarten; nimmt man an, es seien alle Tagschmetterlinge bekannt und im Durchschnitt das Verhältniss der Nachtschmetterlinge nur halb so stark, so gäbe das 48000 Arten von Schmetterlingen. Die andern Klassen der Insekten kommen nicht alle gleich hoch in Betracht, aber, für Insekten überhaupt 200000 Arten zu rechnen, ist auf alle Fälle sehr mässig; das Berliner Museum besitzt fast die Hälfte. Während Isidore Geoffroy St. Hilaire 1860 von im Ganzen 140000 Thierspecies spricht, ist, da zu Obigem zahlreiche Krebse, Spinnenthiere, Tausendfüsse, Würmer, Echinodermen, Coelenteraten, Schwämme und Infusorien kommen, sicher 300000 zu wenig. Was heute noch zu hoffen ist, hat die Reise von Louis Agassiz am Amazonenstrom bewiesen. Der berühmte Forscher fand in 7 Monaten dort 2000 Arten Fische; in dem See von Hyannary bei Mañaos, welcher einige hundert Quadratmeter misst, 200 Arten, mehr als in ganz Europa bekannt sind. Dabei handelt es sich nicht um nur für die Zählung zu Betrachtendes; grade jene Beobachtungen sind berufen wesentlich neues Licht auf Entwicklung und Verwandtschaft der Fische zu werfen. Bleeker hat 1100 neue Fischarten aus Indien beschrieben. Die Vogelarten wurden unerwartet bereichert aus Costa rica, Guatemala, der tibetanischen Hochebene, Celebes. An niedern Thieren ist noch gewaltiger Zuwachs zu erwarten, und selbst von sehr grossen, wie Walfischen, Tapiren sind neuerdings weitre Arten entdeckt worden.

Die täglich vermehrten Funde fossiler Thierreste, werden bald die lebenden als den kleinern Theil der bekannten Arten erscheinen lassen. Obwohl die daraus gewonnene Geschichte vergangner Perioden wie aus vereinzelten Blättern eines zerrissnen grossen Buches abgelesen werden muss, ergiebt sich doch schon für ziemlich jede Zeit, in welcher organische Welt bestand, ein ähnlich interessantes und meist ein ähnlich reiches Material, wie in dem, was heute lebt; dabei mit Verschiedenheiten im Grössern und Kleinern, die wissenschaftlich den heute wahrgenommenen an sich gleich bedeutend, durch die so gewonnene Mannigfaltigkeit und den mit ihnen eingebrachten Faktor der Zeit bedeutsamer werden. Das auf diesem Wege zu Gewinnende ist für die Grundlehren vom thierischen Leben von entscheidender Wichtigkeit.

Dabei hat jede thierische Individualität nicht allein eine Aussenseite sondern eine bis in das Innerste und die kleinsten Theile besondre und beachtenswerthe Gestaltung. Auch ist Jedes nicht in eine Beschreibung zu fassen, es bietet nicht ein einmaliges Bild, zu einer Zeit sein ganzes Wesen, sondern es macht verschiedene Stadien durch, deren Gestalten und Funk-

Digitized by Google

tionen sehr verschieden sein können. Selbst das fertig Erscheinende trägt fortwährend weniger merkliche Veränderungen in sich. Alles das mehrt und erschwert die zoologischen Aufgaben, aber zuletzt bereichert und klärt es sie.

Es giebt also Thiere in ungezählten Millionen von Einzelwesen je für 300000 und mehr lebende Arten, jedes äusserlich und innerlich reich an zu unterscheidenden Eigenschaften, diese jeden Tag anders.

Buffon hatte noch das Vertrauen, die Thiere, welche zu seiner Zeit bekannt waren, ohne eine systematische Anordnung beschreiben zu können, indem er, das Einzelne möglichst vollständig behandelnd, von den uns bekanntesten und nächsten zu immer fernern Formen fortschritt. Selbst Buffon blieb dem nicht ganz treu und zu gleicher Zeit hatte Linné schon ein festes System eingeführt.

Allein wegen jenes Reichthums der Materie wäre heute eine andre Beschreibung nicht durchführbar, als eine solche, bei der in geschickter Vergleichung reichlichst Begriffe für das Uebereinstimmende gebildet werden und die nach diesen und den erübrigenden Verschiedenheiten gliedert. Dem soll das System mit seinen Abstraktionen als letzten, kürzesten Ausdrücken dienen, die Einzelbeschreibung mit dem kleinsten Maass von Mitteln leistend in Eintragung in das, was mit Andern gemein ist. Wenn das System so eine besondre Sprache darstellt, so gestattet es wegen seiner induktiven Herstellung, Lücken in der Erfahrung mit grosser Wahrscheinlichkeit richtigen Schliessens deduktiv auszufüllen.

Da die Vergleichspunkte nur Abstraktionen sein können und zugleich immer aus der Erfahrung stammen, so besteht kein vollkommner Gegensatz zwischen Systemen als künstlichen, analytischen, und natürlichen, synthetischen. Ein System kann nicht ganz von Aussen in die Dinge, die es behandelt, getragen sein, es würde in diesem Falle jeder Anwendbarkeit entbehren, nicht einmal ein System hierfür scheinen; die Objekte machen das System. Ebenso wenig kann ein System die Natur vollkommen decken, die ganze Erfahrung an den Dingen enthalten, es würde dann überhaupt kein System mehr, es würde die ausführliche Beschreibung sein. Jene Ausdrücke künstlich und natürlich bezeichnen also nur den verschiednen Grad der Rechenschaft, welche man den vorhandnen Eigenschaften getragen hat. Man könnte zunächst sagen, dass ein künstliches System auf zu wenige, ein natürliches auf eine ausreichende Menge von Eigenschaften begründet sei. In solcher ausreichender betrachteter Menge von Eigenschaften aber besteht regelmässig ein stärkerer Zusammenhang einzelner und in einem solchen Komplex treten wieder einige als leitende hervor. So kann ein natürliches System auf vereinzelte Eigenschaften begründet werden, wenn diese solche leitende sind, und dadurch ebenso scharfen Ausdruck gewinnen und so knapp werden als in künstliches, sich von ihm nicht mehr durch die Zahl der berücksichtig-

Digitized by Google

ten Eigenschaften sondern deren Qualität auszeichnend. Bei den niedersten Vergleichungen können einzelne Eigenschaften, welche erfahrungsmässig eine geringe Festigkeit haben, als Farbe, absolute Grösse und relative der Theile, einem natürlichen System vollkommen dienen, während sie auf die obern Eintheilungen angewandt, als zu Wenigem Rechenschaft tragend und keinen Schlüssel für Andres bildend, den Vortheil der Kategorieen nicht erfüllen, künstlich erscheinen würden und verworfen werden müssten.

Vergleichspunkte ergiebt zuerst die äussre Gestaltung, sowohl in der Gesammterscheinung zum Vergleich mit Danebenstehendem, als in der Anordnung der Theile, welche gewisse Grundzüge für die Gesammterscheinung des Einzelnen bedingt. Im Ganzen nennen wir die Gestaltbeschreibung Morphologie, für die Theilanordnung im Besondern wohl auch Merologie.

Das, was sich aus Untersuchung durch Zergliederung ergiebt, ist vom Vorigen eigentlich nur ein Theil. Es werden dabei nicht nur ganze Körpertheile erst sichtbar, sondern es wird auch die Beziehung solcher zu einander klar, so dass einige als in einem gewissen Zusammenhange, in einer Zugehörigkeit oder gestaltlichen Verwandtschaft stehend sich ergeben, von der äusserlich nichts zu erkennen war. Das auf diese Weise Erforschte nennt man Anatomie, in Erweitrung und im Gegensatz zur menschlichen Zergliederung: Zootomie oder in Bezugnahme auf jene: vergleichende Anatomie. Diese kann die zusammenwirkenden Theile, die Organe der Körper in Ganzen oder Gröbern als Organologie behandeln, oder die in sich gleichartigen, unter einander verschiednen, zur Bildung jener sich verbindenden, Elemente, sei es zur Einzelbetrachtung, sei es in der Vereinigung zu Geweben und in der Zusammenlegung solcher, als Histologie, aufsuchen und beschreiben.

Eine dritte Reihe von Vergleichspunkten ergeben die Verschiedenheiten des Bau's in den Entwicklungsstufen des Einzelnen. Der ältere Name Embryologie umfasst der Wortbedeutung nach nur den verborgen liegenden Theil der Entwicklung. Da es darüber hinaus Metamorphosen giebt und es für die Veränderungen nicht grade das Bedeutendste ist, ob sie während des Aufenthalts im mütterlichen Körper und im Ei, oder im freien Leben geschehen, vielmehr eine Zusammenfassung aller entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge nützlich erscheint, so mag für eine solche der von Häckel gewählte Ausdruck „Ontogenese“ angenommen werden. Alles in der Entwicklung sich bietende Gestaltliche ist selbstredend morphologischer, merologischer, anatomischer, histologischer Behandlung fähig. Die letz te Gestalt, der letzt gegebne Bau ist ihr Abschluss.

Die vierte Reihe der Vergleichspunkte giebt die Untersuchung der von thierischen Körpern geleisteten Arbeit. Diese ist das Ergebniss der Beschaffenheit an äussrer Gestalt, Gliedrung, innerm Bau, geweblicher Grund-

Digitized by Google

lage bis zur chemischen Qualität, in Wechselwirkung mit der Aussenwelt, in Summe das Leben. Während die vorigen Untersuchungen bis zu gewisser Gränze ohne Schaden für die Ergebnisse auch noch geführt werden konnten, nachdem jene Wechselwirkung in ihrer Ordnung nicht mehr geschah, das Leben geflohen war, am todten Leibe, hat hier die Untersuchung grade den geordneten Lebensgang in's Auge zu fassen. Diese physiologischen Beschreibungen hängen übrigens der Natur des zu Beschreibenden nach auf das Innigste mit dem Vorigen zusammen und vervollständigen sich mit ihm, da die Leistung die Folge und der Ausdruck der Einzelbeschaffenheit und Zusammenordnung ist.

Die fünfte Reihe, die Hineinziehung untergegangner Formen, erhebt uns über das Besondre der gegenwärtigen Schöpfungsepoche. Sie geschieht nach allen vorher gedachten Richtungen, soweit die Umstände es gestatten. Meist beschränkend, haben diese doch erlaubt, wie die äussre Form, so auch innern Bau, Entwicklungsstufen, selbst Gewebsbeschaffenheit und geleistete Arbeit zu erkennen, und so den vier Betrachtungsweisen lebender Thiere mehr oder weniger ausgedehnte Parallelreihen für untergegangne anzuschliessen. Häckel hat, um einer besondern Beziehung zwischen einer hieraus gefolgerten Entwicklung der organischen Welt in der Zeit und der Ontogenie, dem, wie er meint, wichtigsten biogenetischen Grundgesetz, Ausdruck zu geben, jene durch die Paläontologie nachzuweisende Entwicklung Phylogenie, Stammesentwicklung, genannt.

Als eine sechste Reihe von Vergleichen sind solche anzusehn, welche sich aus dem vom Gewöhnlichen Abweichenden ergeben. Wegen des hierbei vorzüglich Auffallenden pflegt man das die Lehre von den Missbildungen, Missgeburten, Wundern, Teratologie zu nennen. Eigentlich sollte hier die ganze Lehre von der Veränderlichkeit behandelt werden, von den Veränderungen, die auch nur vorübergehend sind, den Erkrankungen, wie sie Pathologie und pathologische Anatomie beschreiben, durch die geringen eine gesunde Lebensthätigkeit nicht ausschliessenden, den Artbegriff abschwächenden, Variationen bis zu jenen auffälligen zum Leben unfähigen, oder doch zu den normalen Leistungen auffallend weniger befähigten Extremen. Dass das wieder parallele Reihen zu dem in frühern Rubriken Gebrachten bildet, ist ersichtlich. Solche Vergleichungen geben bedeutende Resultate. Wie ein Thier dem Verständniss eines andern dient, so kann ein kranker Organismus, ein krankes Gewebe ein Schlüssel für das Verständniss des Gesunden oder eines andern Kranken sein; die Veränderlichkeit kann das ferner Stehende vermitteln. Grade für die Veränderlichkeit im Feinern, wie sie in nicht sehr bestimmten Vorstellungen augenblicklich bestimmend auf die Anschauungen der Meisten einwirkt, die genauern Wege aufzusuchen, ist ein unsrer Disziplin zunächst Aufliegendes, damit es ge-

Digitized by Google

linge, jene nicht nur vermittelst Wahrscheinlichkeiten, sondern in immer klarern Zügen als die Mutter von Allem in Gestaltung und Leistung hinzustellen.

Die letzten einfachen Bestandtheile.

Aeussre Form.

Im Vergleiche der Theile thierischer Körper unterschied Aristoteles einfache, welche bei Zerstücklung gleichartige Theile, ὁμοιομερῆ, haben, wie Muskelfleisch, und zusammengesetzte, welche in ἀνομοιομερῆ zerfallen, wie eine Hand, ein Antlitz. Stellen die letztern ein Abgeschlossnes dar, so heissen sie Glieder. Alle ἀνομοιομερῆ sind aus ὁμοιομερῆ gebildet, so die Hand aus Fleisch, Sehnen und Knochen. Die Aufstellung gleichartiger Theile des Aristoteles würde, wenn auch die Zusammenstellungen besser und die Beschreibungen gründlicher wären, doch kaum als Anfang der Histologie anzusehn sein, indem die verglichnen Theile im jetzigen Sinne eher Organe als Gewebe sind. Nur, wenn es sich trifft, dass Organe aus nur einer Art von Gewebe bestehn, wie Haare, Borsten, Stacheln, Federn, Schuppen der Reptilien, welche Oberhautbildungen Aristoteles ganz passend zusammengestellt hat, handelt es sich um gleichartige Gewebe nach heutigem Wortbegriffe. Die Nomenklatur der gleichartigen Theile wurde von den Organen entnommen, von denen sie herstammen: Knochen, Knorpel, Horn. Aehnlich verhielt es sich mit den Partes similares und dissimilares des Galenus. Auch als die Kenntniss anatomischen Bau's vorzüglich durch italienische Anatomen beträchtliche Fortschritte machte und eine grosse Anzahl mikroskopischer Beobachtungen hinzu kam, blieb zunächst die Gewebelehre noch in sehr rohen Anfängen stecken.

Als Albrecht von Haller, ein Schweizer und längere Zeit Professor in Göttingen, 1756 gewissen Fasern im Körper besondre Leistungen zuschrieb, einigen die Irritabilität, die Fähigkeit sich auf Reizungen zu verkürzen, andern die Sensibilität, die Fähigkeit, Reize zur Kenntniss der Seele zu bringen, und Irritabilität und Sensibilität Schlagwörter wurden, gab das der Untersuchung der feinern Körpertheile, Membranen, Fasern, eine vermehrte Bedeutung. Indem weiter Pinel, ein berühmter französischer Arzt, beobachtete, dass im Körper Häute von einerlei Bau auch bei räumlicher Trennung dieselben Erkrankungsweisen haben, wurde, wie eine gewisse physiologische, so auch eine pathologische Energie bestimmbare und verwerthbare Gewebseigenschaft. An solches anknüpfend übertraf die ana-

Digitized by Google

omie générale von Franz Xaver Bichat 1801 als Gewebelehre das bis dahin Geleistete durch Reichthum des Inhalts wie systematische Ordnung. Die grosse damals Frankreich beseelende Energie kam mit dem Begehren, die Beziehung der Eigenschaften als Ursachen zu den Erscheinungen als Wirkungen klar zu stellen, wie für Buffon unter den Aeltern für die ganze Natur, für Cuvier im ersten Bande der Fortschritte in den Naturwissenschaften für das Lebendige überhaupt, so für Bichat in seiner besondern Disziplin zur Geltung. Die Ausführung blieb freilich weit hinter dem kühnen Grundgedanken zurück, sie war eine pedantische Beschreibung nach den verschiednen Rücksichten ohne Klarheit leitender Motive, ohne Verständniss für die Bedeutung der beschriebnen Eigenschaften. Die ein und zwanzig unterschiednen Gewebsarten, in zwei Gruppen als allgemeine und besondre Organe, sind zum Theil noch Organe, zum Theil Gewebszusammensetzungen, Systeme; die Erkenntniss des Wesentlichen, in sich Gleichartigen, ist keineswegs vollendet. Der hauptsächlichste Erfolg war die Einführung methodischer Behandlung. Dadurch wurde die Histologie von jener Zeit ab eine regelmässige, ihr Material zusammennehmende Wissenschaft. Physikalische, chemische, mikroskopische Untersuchungen, immer feiner ausgebildet, bewiesen mehr und mehr, dass gewisse Form und Beschaffenheit sich mit gewisser Leistungsfähigkeit deckten.

Die formale Identität von Substraten lebendiger Körper trat besonders in bestimmten kleinsten in die Zusammensetzung eintretenden Elementen hervor, welche als die an letzter Stelle wirksamen Theile erschienen. Einige der bedeutsamsten von ihnen hatten schon zu den ersten mikroskopischen Entdeckungen des siebzehnten Jahrhunderts gehört und damals auch wohl die atomistischen Vorstellungen gestützt. Zuerst sah man solche, die in Flüssigkeiten schwimmen. 1658 beobachtete Swammerdam die rothen Blutkörperchen des Frosches; das wurde erst lange nach seinem in Armuth und Melancholie erfolgten Tode und als mehrere Andre ähnliche Beobachtungen gemacht hatten, bekannt. Der grosse Anatom Malpighi, dem auch die Gewebe der Pflanzen gut bekannt waren, war unterdess zu Bologna 1661 den Blutkörperchen des Igels begegnet, die er aber für im Mesenterium, Gekröse, von einer Stelle zur andern geführte Fettkügelchen hielt. 1673 kam als dritter mit denen des Menschen Anton von Leeuwenhoek, der, erst Beschliesser der Rathskammer zu Delft, sich die Gläser zu den mikroskopischen Untersuchungen selbst schliff, damals ein Haupttheil der mikroskopischen Arbeit. 1684 wies er die allgemeine Verbreitung solcher Elemente bei Säugern, Vögeln, Amphibien, Fischen nach und die Verschiedenheit nach Gestalt, nämlich nach runder, die er nicht für scheibenförmig sondern für kuglig ansah, und ovaler. Seine Abbildungen zeigen auch schon bei

Fig. 1.

Blutkörperchen von Fischen nach Leeuwenhoek.

Digitized by Google

Fischen einen Kern in diesen Körperchen. Solche waren ihm so interessant und geläufig, dass er nach ihnen die Grösse andrer „globuli“ in den thierischen Geweben bemass, wie er ihre Verhältnisse mit $^1/_{100}$ Sandkörnchen, die gestreckter mikroskopischer Körper dagegen nach Menschenhaaren und als letzter Instanz nach der Grösse der Erde bestimmte. Nach Entdeckung von spiessförmigen Fasern in der Krystalllinse des menschlichen Auges dachte er sich auch die Blutkörperchen zusammengesetzt aus solchen, wie er es nannte, salinischen Theilen. Das bedeutet bei ihm nicht das, was es heute sagen will, sondern das Wesentliche, Substantielle, wie er in den Essigälchen das Salz des Essigs sah. Jene Körperchen mussten alle Theile des Körpers in sich enthalten, da sie alle ergänzen. Die „Ondekte Onsigtbaarheden“ oder „Arcana naturae“ dieses eigenartigen Gelehrten enthalten ferner beispielsweise Beobachtungen über Hefezellen, Knochengewebe und Zahnbau, Fasern und Ganglienzellen des Gehirns, Fasern des nervus opticus, quergestreifte Muskelfasern, Haarbau, Fortpflanzung der Aale, junge Embryonen höhrer und niedrer Thiere, Pflanzengewebe und Entwicklung aus Samen, Krystallographisches; auch Mittheilungen über Eingeweidewürmer, Läuse, Honigthau, endlich über die spätern Infusionsthierchen, animalcula und pisciculi, deren massenhafte Vermehrung in stehendem Wasser er beobachtete.

Noch mehr Epoche machte dabei die Entdeckung geformter und beweglicher Elemente im thierischen Samen, erst 1677 durch den Studenten Hamm aus Stettin, dann von 1679 an bei den verschiedensten Thieren durch Leeuwenhoek, der sie von verschiednen abbildete, in die Tuben der Hündinnen verfolgte, im Hoden und Samenleiter aufsuchte, im Milch der Fische wieder erkannte und den Hoden ausschliesslich die Bestimmung vindizirte, jene „animalcula“ zu erzeugen und aufzubewahren. Man war allerdings weit entfernt, solche als letzte Gewebselemente anzusehn. Man setzte vielmehr in sie nicht nur potential, sondern glaubte körperlich in ihnen gegeben, einen kleinen Organismus, den zukünftigen Embryo in Gestalt eines kleinen Männchens.*) Die Beschreibung der Metamorphose

*) Auch Leeuwenhoek theilte die Meinung von der durch die gleiche Benennung ausgedrückten Vergleichbarkeit pflanzlichen und thierischen Samens und hatte seine besondern Studien über die Entwicklung der Pflanze aus jenem. Ihm wird der thierische Samen auch ausgesät, das animalculum ist ihm ein Samenkorn. Er sagt: „Sed mihi videtur, si sequentia solum in rei fidem allegentur, sufficere ea posse ad probandum, ex solo masculino semine fructum prodire, fœminam vero instar naturae agri fructum tantum fovere, alere atque augere.“ und später: „Progeneratio animalis, ex animalculo in seminibus masculis, ex hac experientia, omni exceptione major est: nam etiamsi in animalculo ex semine masculo, unde ortum est, figuram animalis conspicere nequeamus, attamen satis superque certi essere possumus, figuram animalis, ex qua animal ortum est, in animalculo, quod in semine masculo reperitur, conclusam jacere sive esse. Wie er also in dem Samenkorn die Keimblätt-

Digitized by Google

der Insekten und Frösche durch Swammerdam, die des bebrüteten Hühnchens durch Fabricius ab Aquapendente, Leeuwenhoek's Entwicklung der Läuse und Andres hatten so viel unter Hüllen verborgnes Organisirte gezeigt, dass bis das „Wie" des Werdens deutlicher untersucht wurde, die alte Theorie des Hippokrates alles Werdende sei im Gegebnen vorgebildet und brauche nur aus den Hüllen gelöst zu werden, zunächst lag.

Fig. 2.

Samenfaden des Hundes nach Leeuwenhoek.

Bald fand man die vereinzelten Elemente der Lymphe, des Speichels und Eiters und untersuchte die festen zusammengesetzten Gewebe mit gewissen Voreingenommenheiten. Jeder wünschte zu einer einheitlichen Anschauung über die Grundelemente zu kommen und nach dem ihm bedeutsam Gewordnen wählte er eine der zwei hauptsächlichsten Richtungen. Boerhave und Haller mit Rücksicht auf Nervenfäden und Muskelfasern, nahmen Zusammensetzung aller Gewebe aus Fasern, Swammerdam, Leeuwenhoek, Hewson, Trembley, in seiner berühmten Untersuchung über den grünen Süsswasserpolypen, mehr die Kügelchen als Elemente an. Mit Rücksicht auf Durchgängigkeit bei der Ernährung wurde aus der Vorstellung von Fasern bei Fontana, Treviranus, Fohmann die von hohlen Röhren und ähnlich aus der von Kügelchen die von Blasen oder Zellen. Eine Vorstellung dahin hatte schon Swammerdam gehabt, da er den Inhalt der Froschblutkörper flüssig zu sehn meinte, und den Titel von Zellen, cells oder boxes hatte Hooke 1667 für Pflanzengewebe angewandt. 1794 gaben ihn Gallini und Platner auch bei Thieren, in deren Entwicklungsgeschichte übrigens schon dreissig Jahre früher C. F. Wolff mikroskopische Bläschen als die Elementartheile bezeichnet hatte, aus denen die Keimblätter sich aufbauten.

chen, das Bild des zukünftigen Baums, sah, glaubte er es nur an der geringen Grösse des Samenfadens gelegen, dass man nicht Kopf, Arme und Beine des zukünftigen Thieres sehe. Hartsoeker bildete im Essay de dioptrique 1694 im Kopf des Samenfadens ein hockendes Männchen zierlich ab. Endlich sagt Leeuwenhoek: „Animam viventem in animalculo existentem non transire in particulas ovi, statuo et confirmo; sed particulas ovi transire ad vivens animalculum — ita ut anima illa vivens in animalculo existens, quod mediante membro virili in matricem usque productum sive infusum est, in matrice ad nullum aliud corpus transeat; — worauf in dem Geschlecht der einzelnen animalcula die Ursache des Geschlechts des jungen Thierkeimes gesucht wird. Doch nahm er es übel, als Bontekoe sagte, nach Leeuwenhoek sei der menschliche Same voll von Knäblein: ein Apfel sei kein Baum.

Digitized by Google

Wenn die Vorstellung der letzten Gewebselemente der Thiere als Bläschen oder Zellen gut den Beobachtungen der Pflanzen sich anschloss, so gab sie durch die besondre Form auch eine schickliche Handhabe für oberflächliche Erklärung der Lebensvorgänge auf einem verschwommenen, allgemein mathematisch naturwissenschaftlichen Grunde. In der Ueberzeugung von der Vorzüglichkeit der Ziele hat die Naturphilosophie sich gar zu leicht für die Mittel und Wege an das „voluisse sat est" gehalten. So sagte Oken 1831 in seiner Naturphilosophie: „Vom Punkte und der kleinsten Kugel, dem Urschleim, entsteht dann durch die Differenzirung der Peripherie, Oxydation, das Bläschen. Das schleimige Urbläschen heisst Infusorium. Jedes hat eine Triplizität der Pole: Ernährung, Verdauung, Athmung. Die Organismen sind eine Synthesis von Infusorien." So Heusinger in seiner Histologie 1822: „Als Ausdruck des gleichen Kampfes zwischen Kontraktion und Expansion stellt sich die Kugel dar, daher sind alle Organismen ursprünglich Kugeln gewesen. Bei stärkerer Spannung der Kräfte geht aus der oft nur scheinbar homogenen Kugel die Blase hervor. Wo im Organismus Kugeln und gestaltlose Masse sich finden, da reihen sie sich an einander und bilden Fasern; wo sich Blasen an einander reihen, da entstehen Gefässe. Aber auch realistischere Behandlung bemächtigte sich des Gegenstands im dritten und vierten Jahrzehend des Jahrhunderts und indem man einerseits thierische Zellen nach verschiednen Kategorieen, Keimbläschen, Blutkörperchen, Fettzellen, klassifizirte, bahnte man andrerseits eine grössere Ausdehnung des Begriffs, ein bessres Verständniss der Individualität dieser Gebilde und den Vergleich für die ganze organische Natur an. In der Zusammenfassung seiner verschiednen Abhandlungen erklärte Dutrochet 1837 nach Untersuchungen an Speicheldrüsen und Gehirn der Mollusken die Gewebe, auch die flüssigen, für Agglomerate von Zellen. Im selben Jahre zeigte Turpin, dass die Körperchen, welche Donné, auch der Entdecker der Milchkügelchen, in Scheidenausflüssen gefunden hatte, Zellen seien, die er nach Organisation und individuellem Leben ganz mit denen der Pflanzen verglich. Auch zeigte Henle das pflanzenähnliche Zunehmen äusserer Epithelialzellen im Vergleiche zu untern Schichten. Brown hatte 1831 in Pflanzenzellen den Kern nachgewiesen und 1837 hatte Schleiden ihn mit dem Titel des Cytoblasten als granulöse Koagulation um kleine Körnchen entstehend, der Zelle vorhergehend gefunden, die sich als feines Bläschen uhrglasartig auf ihm abhebe; Valentin fand den Kern auch in Nervenzellen und Pigmentzellen der Thiere und war bei sehr vielen Eigenschaften der „Kugeln" thierischer Gewebe von den Aehnlichkeiten mit dem zelligen Gewebe der Pflanzen überrascht worden. 1827 hatte von Baer nachgewiesen, dass allen Wirbelthieren wenigstens in der Entwicklung ein Organ zukomme, um

Digitized by Google

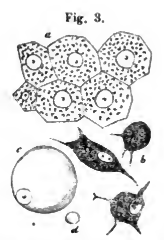
welches sich später die Axe des Skelets aufbaut, die Rückensaite, chorda dorsalis; in dieser erklärte Johannes Müller die Zellen ganz besonders den Pflanzenzellen ähnlich. Auch mit dem Wesen der Eierstockeier war man in den Einzelheiten in diesen Jahren so gut bekannt geworden, dass man die Elemente der Pflanzenzelle in ihnen wiederfand. Quatrefages und Dumortier sahen die Entstehung junger Zellen in alten bei den Embryonen von Süsswasserschnecken und Valentin in Krebsgeschwülsten.

Diesen bis dahin mehr vereinzelten Beobachtungen, die bereits auf die Pflanzenähnlichkeit thierischer Gewebe in Gestalt und Ernährung hinwiesen, gab Schwann in Berlin 1838 durch eine vorläufige Notiz und 1839 durch sein vortreffliches Buch „Mikroskopische Studien über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Pflanzen“ generelle Zusammenfassung und Ergänzung durch Untersuchungen vorzüglich an Embryonen. Nach Schwann ist die Zelle der identische Ausdruck der letzten Formelemente für alle pflanzlichen und thierischen Gebilde, fertige wie werdende. Sie entsteht nach Schwann im Anschluss an Schleiden in strukturlosem oder feinkörnigem Zellbildungsstoff, Cytoblastem, und erscheint entweder von Anfang an als hohles Bläschen, kernlos, oder bildet sich um einen Zellkern oder Anfang von Zellkern. Als kernlos erschienen bei Thieren vor der Hand die jungen Zellen innerhalb der alten der chorda, die der Dottersubstanz des Vogelei's, die im Schleimblatt der Keimhaut desselben und einige der Krystalllinse. Letztere bildete Schwann auch ab. Der Kern wurde als um ein, vielleicht zuweilen um mehrere Kernkörperchen sich bildend gedacht, die Hülle schlage sich um diese nieder. Indem die Hülle sich durch Wachsthum ausdehne, entferne sie sich vom Kern, so dass dieser nur an einer Stelle der Wand anliegend bleibe. Der Zwischenraum fülle sich mit Flüssigkeit, dem Zellinhalt und jetzt erst werde jene eine unterschiedne Membran, deren Bildung übrigens bei vielen Zellen gar nicht evident werde. Der Zellinhalt, erst nachträglich eingetreten, erschien von sekundärer Bedeutung. Man sieht, dass Schwann selbst sich der Ausnahmen für seine Lehre, nach welcher im Prinzip den Zellen Hülle, Inhalt, Kern zugetheilt wurde, nicht unbewusst war. Entweder sollten Zellen den ganzen Organismus bilden: Eier der Pflanzen und Thiere, einzellige Pflanzen u. s. w.; oder sie konstituiren einen solchen durch Verbindung zu Geweben. Die letztern wurden nach Verhalten der Zellen zu einander, Selbstständigkeit oder Verschmelzung, und Form der erlittnen Veränderungen eingetheilt. Gegen die Meinung, dass die Verschiedenheit physiologischer Bedeutung eines Organs auf der der Elementartheile beruhe, behauptete Schwann, dass die Moleküle in der organischen Natur sich überall nach denselben Gesetzen zusammenlegten.

Digitized by Google

Die letzten Gewebselemente kamen so formal unter einen Ausdruck, der bestimmt, einheitlich und wirksam war. Auch war es wichtig, dass Schwann sich die Ernährung von dem Gefässsystem und dem Nervensystem nur so weit abhängig dachte, als sich durch diese Verschiedenheiten in der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeiten ergaben. Im Uebrigen ernähre die Zelle sich selbst. So kam in der neuen „Zellentheorie", wie Schwann es nannte, die Selbstständigkeit wie schon früher der pflanzlichen, so auch der thierischen Zelle, nicht blos im Ei, sondern in den Geweben gegenüber dem einheitlichen Lebensbegriff zur Geltung mit grossem Einfluss auf die philosophische Auffassung. Die Theorie wurde von J. Müller und Henle alsbald auf die pathologischen Prozesse und bald auf alle Thiergruppen angewandt.

Fig. 3.



Zellen nach der Darstellung von Schwann. a. Eine Schicht aus dem serösen Blatt der Keimhaut des Hühnereis. b. Drei Zellen aus der Gallerte zwischen Chorion und Amnion vom Embryo des Schweins. Die punktirten Umrisse der Zellen lassen keine Hülle erkennen. c. Eine gekernte Zelle aus der Krystalllinse vom Embryo des Schweins. d. Eine kernlose ebendaher.

Während Johannes Müller, an Kant anschliessend, im Lehrbuche der Physiologie die Ursache der Existenz für die Theile eines lebenden Körpers im Ganzen erachtete, was ja auch in gewissem Sinne durchaus zutreffend war und bleibt, wurde jetzt mehr die andre Seite vorgestellt. So sagte Virchow 1849 in seinen Einheitsbestrebungen in der Medizin: „Die bestimmte Form, an welche das Leben gebunden ist, und ohne die es ebensowenig manifestirt ist, als die Eigenschaften des krystallisirten Körpers ohne die bestimmte Form zur vollen Erscheinung kommen, ist die Zelle, ein Gebilde, das aus zwei in einander geschachtelten Bläschen von verschiedner chemischer Beschaffenheit besteht. Die Zelle, als die einfachste Form der Lebensäusserung, welche doch den Gedanken des Lebens vollständig repräsentirt, ist die organische Einheit, das theilbare lebendige Eine. Darin kommt alles Lebende überein, dass es von der Zelle ausgeht, nicht blos die einzelligen Pflanzen, das einzellige Thier, sondern auch die vollendetste Pflanze, das höchst entwickelte Thier, der Mensch, von der einfachen Zelle, der Eizelle ihren Anfang nehmen."

Die Zelle trat mit den von Schwann gegebnen Attributen, die eigentlich von Pflanze und Ei übernommen waren, für Alles in fast unbestrittne Herrschaft, mehr als das Schwann's eigne Einzelmittheilungen begründeten. Man hätte sich geschämt, das allgemein Behauptete nicht zu finden. Physikalisches und chemisches Verhalten, Gestaltdifferenzen, Kerne, Kernkörperchen, sonstiger Inhalt, Moleküle, Granulirungen wurden zum Ermüden abgehandelt, die vollkommne Zelle in Geweben, welche sich schwer nach Zellzusammensetzung auffassen lassen wollten, eifrig gesucht.

Digitized by Google

Neben der Schwierigkeit, die Entstehung mancher Gewebe aus solchen Bildungselementen nachzuweisen und der, welche aus der verschiedenartigen, oft von der Grundform sehr abweichenden und schwer darauf zurückzuführenden Gestalt mancher derartiger Elemente entstand, wurde es bald auch für die wirklich deutlichen Elemente zweifelhaft, wie weit die Einzelheiten der Theorie Schwann's anwendbar seien. Am häufigsten war schwer der Beweis einer membranartig gesonderten Zellhaut; zuweilen fehlte auch der Kern; es wurden also unsicher die beiden Organe der Zelle, welche allein die „metabolische Kraft", die Fähigkeit den Bildungsstoff zu verändern, besitzen sollten. Auch fand die Theorie von der Entstehung der Zellen frei im Blastem, Bildungssafte, durch Aggregation von Molekülen, fast bei Niemand Bestätigung. Die Bildung von Zellen in Zellen, die endogene, im Ei 1840 von Reichert, allgemeiner von Kölliker behauptet, wurde 1855 von Remak mit dem Satze „Omnis cellula e cellula" festgestellt. Fr. Arnold hatte immer an der Kügelchentheorie festgehalten, aber die Einzelheiten seiner Darstellung waren nicht hinlänglich zutreffend gewesen.

Mehr durch stillschweigendes Zugeständniss erschien so die Lehre Schwann's dahin modifizirt, dass man bei den thierischen Geweben überall von gewissen Grundelementen auszugehn habe, die jedoch nicht nothwendig das gegebne morphologische Schema ganz erfüllten, dass man, wenn man fortfahre, diese Zellen zu nennen, sich die Hülle nicht als eine Blase gegenüber einer eingefüllten Flüssigkeit, sondern nur als in verschiednem Grade modifizirte Zellsubstanz denken dürfe. 1859 sprach Leydig bestimmt aus, dass bei den thierischen Zellen nicht immer eine vom Inhalt verschiedne Membran vorhanden sei.

Ascherson ahmte 1840 Zellen nach, indem er Eiweiss mit Oel mischte; die Oeltröpfchen umgeben sich mit einer Eiweissschicht, welche er Haptogenmembran nannte. Wittich zeigte, dass dabei zur Verseifung von etwas Fett Alkali von der dem Oel zunächst liegenden Eiweissschicht entnommen und so eine Gränzschicht des Eiweisströpfchens unlöslich, membranartig wird. Darum, dass man das Chemische erkannt hat, den Vorgang aus dem Vitalen zu verweisen, wäre nicht gerechtfertigt. Die ganze Frage, wie Zellhäute entstehn, bekam einen geringern Werth, wenn die Bildung der Zelle aus Aggregation von Molekülen aufgegeben und die Zellhaut prinzipiell ihrer Bedeutung entkleidet wurde. Praktisch behält sie diese aber, namentlich in der Botanik, doch. So sind die Darstellungen von künstlichen Zellhäuten, welche, endosmotisch arbeitend, ein Wachsthum der Pseudozellen gestatten, was die von Ascherson nicht thaten, durch M. Traube 1867 für das Verständniss der Arbeit der Zellen durchaus nicht ohne Interesse. Auf den Satz von Graham, dass kolloide unkrystallisirbare Körper unfähig sind, durch kolloide Membranen zu diffundiren, bildete Traube auf einem Tropfen, durch längeres Kochen für sich der Ge-

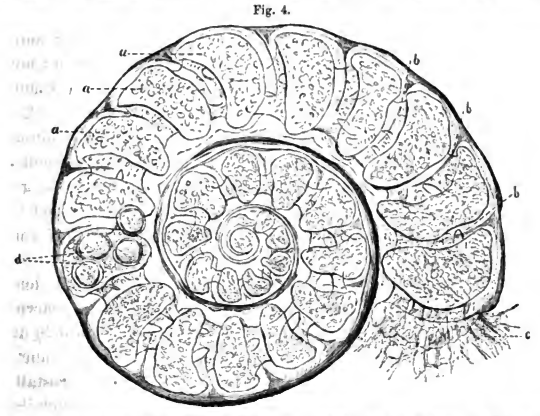
Digitized by Google

rinnbarkeit beraubter, Leimlösung eine Gerinnung, indem er ihn in Gerbsäure brachte, oder umgekehrt, und hinderte so die weitere Wechselwirkung zwischen den beiden Flüssigkeiten, während das Diffundiren von Wasser und von verschiednen Lösungen krystallisirender Körper möglich blieb. Seine „Pseudozelle“ konnte durch diosmotische Aufnahme sich blähen, wachsen. Theoretisch wurden die Erfahrungen über Diffussion dabei dahin ausgedehnt und so ausgedrückt, dass Niederschlagsmembranen nicht nur für die Membranbildner sondern für alle Körper undurchgängig seien, deren Moleküle grösser seien als die Interstitien der Membran. Die physiologische Endosmose des Wachsthums trat damit unter ein allgemeines Gesetz.

Fast gleichzeitig mit Fesstellung des Begriffs und der Bedeutung der Zelle durch Schwann waren Beobachtungen lebendiger thierischer Substanz gemacht worden, welche die an eine Zelle gestellten Bedingungen nicht verhüllten sondern gar nicht erfüllten und eine ausdrücklichere Modifikation der Zellentheorie nöthig machten.

Von den italienischen Naturforschern, zuerst Beccari 1729, dann Bianchi (Plancus) von 1739 und Soldani von 1780 an, waren winzige vielkammrige Kalkschalen, sei es in Sandlagen Norditaliens, sei es im Küstensande des adriatischen Meers, welchen sie bei Rimini fast allein bil-

Fig. 4.



Nonionina, eine nautiloide helikostege Polythalamie, von Palmaria bei Spezia, etwa 150 Mal vergrössert. a. a. a. Protoplasmatische Inhaltsportionen einzelner Kammern. b. b. b. Verbindungsstränge zwischen solchen Portionen durch die durchlöcherten Kammerscheidewände. c. Aus der letzten Kammer austretendes und sich netzförmig ausbreitendes Protoplasma. d. Eier? oder Fortpflanzungskugeln in einer dünnen eignen Schale, von Grösse der Anfangskammer der Mutter. Die Plasmaportion der nachfolgenden Kammer ist plötzlich dürftiger statt zunehmend und mit der die Eier enthaltenden nur durch einen einzelnen Plasmastrang, statt durch mehrere, verbunden: eine Minderung des eigenen Wachsthums oder der Produktionsmenge in ungeschlechtlicher Vermehrung bei Lieferung von selbstständigen Fortpflanzungsprodukten.

Digitized by Google

den, beobachtet worden und hatten, indem sie theils als junge Ammoniten angesehn, theils wenigstens zu dieser Thiergruppe gestellt wurden, dazu gedient, die ungewöhnliche Kammerbildung letzterer in Beziehung zu jetziger Schöpfung zu setzen und sie als Wesen, die wirklich gelebt hätten, nicht als Naturspiele, verstehn zu lassen. 1827 hatte d'Orbigny sie immer noch neben den Ammoniten und Nautilen gelassen, welche ihm wegen des ihre Kammern durchsetzenden Rohrs Polythalamia siphonophora waren und ihnen wegen der siebförmigen Durchlöcherung der Schalen den Namen Polythalamia foraminifera gegeben. Der Bau ihres weichen Leibes blieb bis 1835 ganz unverstanden. Von diesem Jahre ab widmete diesem Felix Dujardin mehrere Arbeiten und fand eine unerwartete Einfachheit. Da er auch einkammrige und endlich schalenlose fand oder einreihte, wurde wegen der aus der Substanz oft und viel weiter als um den Körperdurchmesser vortretenden faserförmigen, beweglichen, zusammenfliessenden Fäden der Name Wurzelfüsser, „Rhizopoda", eingeführt. Dass diese sich dem Zellbegriff nicht fügten, stand eigentlich schon fest, bevor Schwann ihn begründete.

Dujardin fand an ihnen keine Organe, nur eine Substanz, die er in seinen spätern Arbeiten als nichtzellig bezeichnete und Sarkode nannte.

In den Schriften über die Organisation der Infusionsthierchen, welche diesen Namen wegen der Entwicklung im auf Pflanzen geschütteten Wasser 1763 von Ledermüller und 1765 von Wrisberg den der animalcula infusoria erhalten hatten, charakterisirte Dujardin von 1838 an und so in dem grössern Infusorienwerke 1841 diese Substanz, indem er erwähnte, dass sie frühern Naturforschern, Gleichen, O. Müller, Lamarck bekannt gewesen, genauer. Er glaubte sie sehr verbreitet bei niedern Thieren, hielt mit ihr identisch die bei Wasserzusatz aus Geweben der Eingeweidewürmer austretenden Tropfen und dachte den Schwamm Halisarca als ganz aus ihr gebildet, wodurch dieser für Verständniss der Organisation und Eintheilung der Schwämme besonders bedeutsam wurde; allerdings 1857 von Lieberkühn als höher organisirt erwiesen.

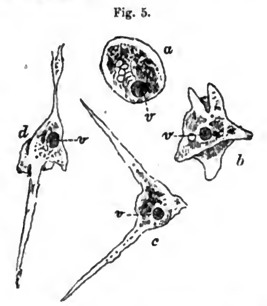
Dujardin gab seiner zweiten Ordnung der Infusorien mit den Familien der Amibiens und Rhizopodes den Charakter „infusoires pourvus d'expansions variables". Die Amöben, von ἀμείβω wechseln, ἀμοιβή die Veränderung, im Sumpfwasser gemein, waren schon im vorigen Jahrhundert von Rösel und O. Müller beobachtet, erst wegen der Vielgestalt Proteus, von Ehrenberg Amöba benannt worden. Man verglich ihre veränderliche Formumgränzung mit der eines Klümpchens Teig oder Leim oder eines Tropfens Oel auf dem Wasser. Die Sarkode in diesen Wesen war nach Dujardin homogen, elastisch, kontraktil, durchscheinend, etwas stärker lichtbrechend als Wasser, weniger als Oel, unlösbar aber zersetzbar durch Wasser, gerinnend durch Salpetersäure, Alkohol, Wärme, weniger

Digitized by Google

löslich in Pottasche als Eiweiss, ohne alle Organisation noch Anschein von Zellen, ohne äussre und innre Membranen noch Fasern; sie umschloss mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, sogenannte Vakuolen.

Es war dabei bestimmte Tendenz, die Theorie von Ehrenberg zurückzuweisen, dass die Organisation höhrer Thiere sich bei den kleinsten Organismen wiederhole und, wo man vielleicht die Organe nicht sähe, das auf unsre Unvollkommenheit geschoben und das Vorhandensein aus Analogie erschlossen werden dürfe. In seinem grossen Kupferwerke über „die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen" 1838 fand Ehrenberg in seinen Infusoria polygastrica, neben denen die Räderthiere, fast nur formal beigeordnet, als besondre Klasse behandelt werden, die höhern Gruppen der Trematoden, Planarien, Quallen, Räderthiere, Turbellarien, Nematoden, Naiden, Mollusken, Insekten, Fische repräsentirt. Seine Absicht war, die durchgreifende Organisation mikroskopischer Formen übersichtlich zu machen. Das führte ihn zu Deutungen über das Ziel hinaus. In zahlreichen Angriffen gegen sein Prinzip ist für das, was Ehrenberg geleistet, für die allerdings zu überwindende Stufe, auf welche er die Infusorienkunde hob, etwas zu wenig Anerkennung geblieben. Die fortschreitende Wissenschaft ist nicht grade barmherzig.

Fig. 5.



Amöben des süssen Wassers, etwa 300 Mal vergrössert. a. Ganz ruhend, sehr mit Nahrung gefüllt. b. Formveränderlich mit Vorstreckung plumper Fortsätze. c. und d. Immer weniger Nahrungsmaterial enthaltend und in immer mannigfaltigerer Beweglichkeit. Alle Figuren haben bei v. die kontraktile Blase, Vakuole.

Dujardin's Entdeckung gab dem Stoffe in der organischen Substanz die wesentliche Bedeutung ohne Rücksicht auf besondre Gestalt, Aufbau von Organen, selbst im Kleinsten, in den geformten histologischen Grundlagen und an ihnen. In diesem Sinne hauptsächlich wurden die sich anschliessenden Untersuchungen verwerthet. Dieselben trafen einmal Beschaffenheit und Verbreitung so einfacher und doch Lebenserscheinungen leistender Substanz in selbstständigem Vorkommen, dann das Verständniss der schematisirten Zelle von diesem neuen Standpunkt. Die Grundsubstanz der Zelle, bisher, als nachträglich eingetreten, gering geachtet, etwa nur für die Ernährung bedeutsam angesehn, musste auch in der Zelle und den Zellzusammensetzungen zu grössrer Rolle befähigt erscheinen, da Substanz ohne Zellorganisation, ohne Membran und Kern, anderweit eine solche hatte.

1845 gab Hugo von Mohl der im Pflanzenreich alle Neubildung einleitenden, stickstoffhaltigen, zähflüssigen, quellbaren, ihr Imbibitionsvermögen unter äussern Einflüssen ändernden, äusserlich formveränderlichen,

Digitized by Google

innerlich an feinen Theilchen Ströme zeigenden Substanz den Namen „Protoplasma.“*) Dieses sondert sich in Klumpen, die sich zu Kugeln runden, und bildet äusserlich eine verdichtete hautartige Schicht, Primordialschlauch von Mohl's, Hautschicht des schon in Zellen eingeschlossnen Protoplasmas bei Pringsheim. Eine scharf abgegränzte Haut ist das nicht. In Pflanzen bilden solche Klumpen Protoplasma schliesslich stets noch eine elastische Membran auf sich aus. Diese, welche grade den Vorstellungen der Zellmembran von Schleiden und Schwann zu Grunde gelegen hatte, ergab sich als ein sekundäres Produkt. Bei allen höhern und den meisten niedern Pflanzen bildet sich im Protoplasma auch ein Kern. Die Bildungsgeschichte ist also eine andre als Schwann angenommen; die Zellmasse, ein Klumpen Materie an der Rinde verdichtet, aber ohne gesonderte Hülle und Kern, erschien als das Anfängliche und Hauptsächliche, Kern und Wand als nachträglich gebildet.

Bald wurde erkannt, dass Sarkode der Thiere und Protoplasma der Pflanzen wesentlich übereinstimmten. Von Botanikern sprachen sich Cohn 1850 in den Nachträgen zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis, der dem Blutregen zu Grunde liegenden Pflanze, und Unger 1855 dafür aus.

Von den Zoologen förderte Max Schultze 1854 in dem Epoche machenden Werke über den Organismus der Polythalamien die Kenntniss der gedachten Substanz am allermeisten. Das Zusammenfliessen der Substanz an den ausgestreckten Fäden oder Pseudopodien, die Lebhaftigkeit der Körnchenströme in der Substanz, Ortsbewegung durch Formveränderung bewiesen die Lebhaftigkeit der physiologischen Leistung, während jede Organisation mangelte und nur Verdichtungen an der Oberfläche und Abscheidungen auf derselben als Kalkschalen und diese Schalen innen auskleidende strukturlose Häute, nicht aber Zellmembranen nachzuweisen waren. 1858, in Untersuchung der innern Bewegungsorgane der kieselschaligen Pflanzen, die man Diatomeen nennt, weil sie, ursprünglich einzellig, sich in mehrere Individuen trennen, und welche auch ziemlich lebhaft den Ort verändern, sprach Schultze die Identität jener innern Bewegungen und derer in der Noctiluca, einem auf der Meeresfläche schwimmenden hirsekorngrossen, stark leuchtenden Organismus, und in den Pseudopodien jener vorzüglichen und ersten Sarkodethierchen, der Rhizopoden, mit denen in Pflanzenzellen aus. 1860 endlich in der Arbeit über Cornuspira erklärte er die kontraktile Substanz der Rhizopoden für nacktes, freies, kontraktiles Protoplasma, welcher Name überall statt Sarkode einzuführen sei, da Dujardin den letztern Ausdruck in unzulässiger Weise für Verschiedenartiges angewandt habe, er keinen bestimmten Begriff repräsentire.

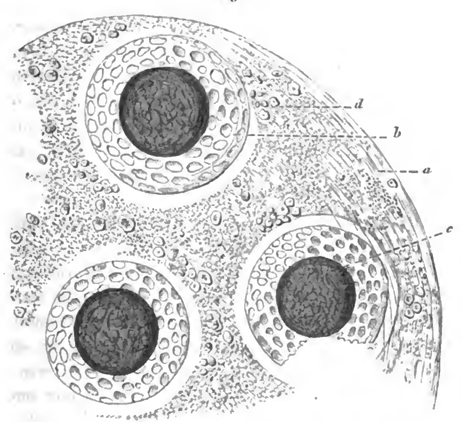
Wenn so die Verbreitung der Sarkode oder nun des Protoplasma einerseits eingeengt erschien, hatte andrerseits die Untersuchung der Ra-

*) Jean Paul hatte im Armenadvokat Siebenkäs Adam den Protoplast genannt.

Digitized by Google

diolarien ein weitres Vorkommen solcher Substanz in Verbindung mit geformten, theilweise den Zellen zu subsumirenden Elementen gezeigt. Nachdem diese Wesen früher nur in den reizenden Kieselgerüsten bekannt waren, welche fossil mit den Kalkschalen der Polythalamien Gebirgsschichten zu bilden im Stande sind, in Gestalt gleich Kugeln, Helmen, Vogelbauern u. s. w. aus Gitterwerk, wurden sie 1851 von Huxley, in den folgenden Jahren von Johannes Müller und seinen Schülern Claparède und Lachmann, Krohn und Schneider und von 1859 ab von Ernst Häckel pelagisch lebend gefischt und Häckel gab 1862 eine ausgezeichnete Monographie der zahlreichen bei Messina gefundnen Arten heraus. Agassiz freilich stellte diese Wesen zu den Algen und die Gründe dafür scheinen nicht unerheblich.


Fig. 6.



Collosphaera Huxleyi J. Müller von Mentone. Ein Stück einer Colonie etwa 100 Mal vergrössert. a. Die gemeinsame Plasmahülle. b. Gitterkugel. c. Nestzelle. d. Haufen gelber amyloider Zellen.

Nachdem Carter 1864 bei Süsswasserrhizopoden, Actinophrys, danach Acanthocystis, ausser den Pseudopodien Stacheln nachgewiesen hatte, dann Archer und Cienkowski 1867, bei Clathrulina, Gitterkieselschalen, deren chemische Beschaffenheit durch Greeff befestigt wurde, und Focke 1868 ein der Zentralkapsel der Salzwasserradiolarien entsprechendes Gebilde, sind durch mehrfache Untersuchungen, namentlich noch weiter von Greeff, von Grenacher und Eilhard Schulze diese und ähnliche Süsswasserrhizopoden mit Kieselrindenschalen oder Stützstacheln aus Kiesel oder organischer Substanz als Heliozoen den Radiolarien angeschlossen oder genähert worden, wie andrerseits die marine Radiolarie Coscinosphära ciliosa

Digitized by Google

wegen Mangel der sonst den marinen eigenthümlichen Zentralkapsel nach Stuart, 1866, ein Bindeglied sein würde. Indem nicht mehr bestimmte Unterschiede, für die vollkommnern: Kieselgebilde, Zentralkapsel, marines Vorkommen, für die unvollkommnern: Kalkschale, gekammerte oder nicht, oder keine Schale, meist mit Süsswasserwohnsitz, zusammenfallen, sinken die Unterschiede überhaupt gegenüber der Gleichheit der Protoplasmakörper in Werth; die Mannigfaltigkeit rhizopodischer Körper in Abscheidung festrer Rinden, Kalk- und Kieselgebilde, in Gegenwart von Stacheln, starren und leicht beweglichen Pseudopodien ist viel vergleichbarer geworden und wirkt für die Auffassung mehr zusammen. Unter den Heliozoen enthalten aber die grünen Rhaphidiophrys viridis und Acanthocystis viridis, nach Greeff vielleicht identisch, als Träger ihrer grünen Farbe in der Peripherie in Anordnung einer Hohlkugel gelagerte zahlreiche und grosse Chlorophyllkörner, welche bei Heterophrys varians mit braunen gemischt, bei Actinocystis pallida durch sehr ähnliche farblose ersetzt sind. So hat auch Häckel 1870 an den gelben in grosser Menge in der Substanz der Radiolarien ausserhalb der Zentralkapseln zerstreuten kleinen Zellen (fig. 6, d. pag. 65) bewiesen, dass sie mit Jod und Schwefelsäure die Stärkmehlreaktion blauer Färbung geben, während J. Müller gemeint hatte, dass sie schwarzbraun würden.

Unterdessen war für die elementare Organisation etwas Andres sehr wichtiges in der sogenannten Konjugation entdeckt worden. Man sah Organismen, welche Zellhäute besassen, in Berührung mit Auflösung dieser Häute zusammenfliessen, unter einander verschmelzen. Das geschah namentlich in der Konjugation einzelliger Pflanzen, die Vermehrung einleitend, gleich einer Paarung, aber mit dem Unterschied, dass hier Ganze, Lebende, Wachsende, nicht Geschlechtsprodukte, die nur in der Vermischung wirksam sind, verschmolzen wurden. So konnte etwas, was jetzt nur eine Zelle oder gar keine charakterisirte bildete, möglicherweise aus mehreren guten Zellen entstanden sein. Die Verschmelzung konnte noch leichter geschehn, wenn die Plasmakörper keine Membran gehabt hatten. So hielt es 1859 de Bary bei den Mycetozoen für unzweifelhaft, dass grössre Protoplasmamassen als herangewachsene Zellen oder als Verschmelzung mehrerer zu betrachten seien, so dass, während die Schwärmer hüllenlose primordiale, die Sporen ausgebildete Zellen seien, aus deren Wachsthum amöboide Massen mit ungleicher Differenzirung hervorgingen und dass diese dem weitern Auswachsen zu Grunde lägen.

Gegenüber der daraus entstehenden Schwierigkeit, ob etwas, was jetzt homogen erscheine, auch nothwendig das vorher gewesen sei, liess es M. Schultze dahin gestellt, ob die Protoplasmaklumpen auf diese Weise entstanden seien, da man doch keinenfalls sagen könnte, sie beständen daraus.

Die Auflösung von Zellkomplexen zu homogenen Massen spielt nach

Digitized by Google

Lieberkühn's Mittheilungen von 1867 auch für die Gewebe der Schwämme eine Rolle, da sowohl in der jugendlichen Entwicklung als bei Reizung an Erwachsnen vorher deutlich gewesene Zellen zusammenfliessen, so dass für die Gewebskonstitution hier die Unterscheidung von Zellen oder Körnerhaufen und einer in gesonderte Elemente nicht gegliederten Sarkode unzulässig erschien. Claparède und Lachmann hielten es damals in dem Werke über Infusorien noch für möglich, dass in der Sarkode eine besondre Organisation verborgen sei.

So sehr die Zellentheorie Schwann's die Aufmerksamkeit auf besonders wichtige Punkte im Einzelnen gelenkt und im Ganzen gelehrt hatte, das Differenteste aus Gleichwerthigem herzuleiten, und immer von der grössten Bedeutung bleiben muss, konnte doch allen jenen Entdeckungen gegenüber die unbedingte gleichmässige Vertretung der Zelle mit den Schwann'schen Eigenschaften in allem Organischen nicht mehr festgehalten werden. Man entschloss sich, aufzuhören, Membranen zu sehn, wo keine waren, den Inhalt als flüssig zu betrachten, wenn er nicht so erschien, sich damit zu beruhigen, die Zelle werde früher den Kern gehabt haben, den man auch nicht einmal durch Essigsäure ihr abgewinnen konnte. Der Schwerpunkt lag jetzt im Zellkörper. Die Differenzirung von Membran und Kern konnte, weil unsicher im Vorkommen, nicht das Wesentliche sein.

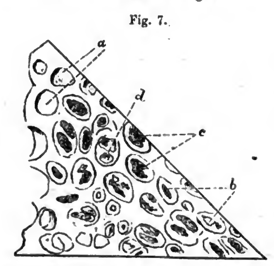
Was man hiernach eine Zelle zu nennen habe, bestimmte Schultze 1861 in Ableitung des Zellbegriffs aus den wichtigsten Zellen, den Eizellen. Diese zeigen einen Kern mit stark lichtbrechenden Kernkörperchen, umgeben von zähflüssigem Protoplasma, theils heller Grundsubstanz, theils eingebetteten Körnchen, aber keine Membran. So war ihm eine Zelle: Plasma mit Kern. Er sah voraus, es werde ein Fundamentalsatz der thierischen Gewebelehre werden, dass Zellen, während sie sich noch als ein Ganzes durch Theilung vermehrten, überhaupt chemisch differente Membranen nicht hätten. So fand die Reform der Zellentheorie einen bestimmten Abschluss, deren wichtigeres Moment wohl das physiologische, nicht das morphologische war, nämlich so dass etwaige Verdichtungen auf der Zelle oder um dieselbe nicht die Aktivität der Zelle gegenüber der Aussenwelt bedingten, sondern viel eher das Gegentheil, den Abschluss von jener.

Was das sei, was man bisher als der Zelle zukommende Zellhaut betrachtet hatte, wurde wohl am meisten an dem dafür besonders geschickten Knorpelgewebe bearbeitet. Bei diesem Gewebe, welches Schwann zuerst zur Identifizirung thierischer und pflanzlicher Gewebsgrundlagen veranlasst hatte, ist die Unterscheidung einer sogenannten Grundsubstanz, in welcher die Zellen liegen, leichter als anderswo. Diese wäre nach der alten Theorie das Material, in welchem die Zellbildung vorgeht. Schwann wollte darin auch neue Zellen in Menge haben entstehn sehn, sah aber allerdings

Digitized by Google

auch grade im Knorpel in den alten Zellen junge und in diesen wieder mehrfache Kerne, also endogene Brut. Er nahm an, dass die Grundsubstanz, wie an den Aussenflächen, so auch im Innern des Knorpels wachse. Henle erklärte 1841, das Wachsthum im Innern beruhe auf schichtenweiser Verdickung der Zellwände, deren ältre Schichten nebst der ursprünglichen Wand bereits untrennbar mit der Interzellularsubstanz und unter sich verschmolzen wären. Noch 1852 erklärte Kölliker die Grundsubstanz als der Hauptsache nach aus dem Blutplasma abgesetzt oder aus besondern Zellen gebildet. Sie sei nicht der äussern Abscheidung einer Zelle vergleichbar, welche, an dieser feste Gestalt annehmend, Extrazellularsubstanz heissen solle, noch sei sie eine Interzellularsubstanz. Erst Remak sah zuerst die ganze homogene Grundsubstanz des sogenannten hyalinen Knorpels als aus verschmolzenen Kapseln der einzelnen Knorpelzellen entstanden an, welche dann von den Autoren verschieden bald aus verdickten Zellmembranen, bald aus gesonderten Ausscheidungsprodukten solcher Membranen hergeleitet wurden. 1861 leugneten Schultze und Brücke die Membran der Knorpelzelle überhaupt und betrachteten auch die für solche angesehene zunächst der Höhle liegende zuweilen hellere Schicht nur als eine umgewandelte Rinde eines Knorpelkörperchens.

Fig. 7.



Feiner Schnitt aus dem Knorpelgewebe von der Wirbelsäule eines ungebornen Kaninchens, Lepus cuniculus Linné, etwa 300 Mal vergrössert. a. Löcher in der Interzellularsubstanz nach Ausfall von Plastiden. b. Einfache Plastiden, Knorpelzellen. c. In Theilung begriffene. d. Solche, deren Theilung bis zur Bildung einer Brücke von Interzellularsubstanz und damit vollständigen Selbständigkeit fortgeschritten ist.

Solche Veränderung in der Beschreibung kennzeichnet die geringere der Membran zugeschriebne Bedeutung. Funktionirte die Membran nicht mehr als besondres Organ der Ausscheidung und Aufnahme, so konnte man sie streichen; fand man sie wieder nöthig, so mochte man nach Bedarf jeden Grad von Membran aus verdichteter Rindensubstanz entnehmen.

Hätte man den Begriff Membran dehnbarer genommen, so wäre der Kontrast geringer gewesen und für alle Parteien wäre gemeinsam gewesen die Annahme der Entstehung der peripherischen Theile aus dem Zellkörper, sei es als Membran, sei es als Rinde, sei es als Ausscheidung in den Zwischenzellraum oder bei freien Zellflächen nach Aussen vom ganzen Gewebe.

In der Schrift über die neuen Reformen in der Zelllehre 1863 erschien es jedoch Reichert nicht annehmbar, nachdem man sich für die Anatomia animata mit dem kleinen Organismus, der Zelle, als Träger der vitalen

Digitized by Google

Erscheinungen, so sehr bequem eingerichtet hatte, so tief herunterzusteigen, dass man statt der Physiologie der organisirten Substanz eine der Atome annehme. Er meinte, wo der genauern Untersuchung so grosse Schwierigkeiten entgegenständen, müsse man aus den sparsamen sichern Resultaten Normen ableiten und bis zum unzweifelhaften Beweis der Unhaltbarkeit festhalten. Sichre Resultate habe man in den Furchungskugeln des Ei's, welche Kerne und im Vergleich zu dem gefurchten Dotter solchen Zusammenhang und so bestimmte Konturen zeigten, dass man einer Membran sicher sei; ferner in den Blutkörperchen des Frosches, in deren flüssigem Inhalt bei Einwirkung verdünnter Salpetersäure ein körniger Niederschlag entstehe, während der Kontur glatt bleibe. Danach müsse man bei Annahme der morphologischen Organisation der Zelle in Membran, Inhalt und Kern beharren. Als Reichert in den folgenden Jahren in die Untersuchungen der Bewegungen an den Rhizopoden mit besondern Behauptungen einzugreifen versuchte, wurden seine Angriffe heftig von Häckel zurückgewiesen. Dieser hatte die Identität von Sarkode und Protoplasma von Max Schultze angenommen, vertheidigte die Arbeitsleistung organischer Substanz ohne jede gestaltliche Organisation und stellte den Anfang alles Organischen in den von ihm gefundnen Protogenes primordialis, ein Schleimklümpchen, aus dessen peripherischer Zone hundert bis tausend Stück Fäden ausstrahlen und das sich durch Selbsttheilung vermehrt.

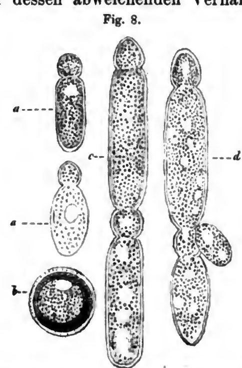
Die Rhizopoden waren also unter den Werth einer Zelle im Sinne Schwann's herabgesunken. Dujardin hatte sie als Ordnung der Infusorien behandelt, von Siebold aber führte 1845 in seiner vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere die Rhizopoda wie die Infusoria als besondre Klassen, beide zusammen als Urthiere, Protozoa, auf. Aus den Infusoria Ehrenberg's schied er dabei geschickt die höher organisirten Räderthierchen und, wie wir es heute nicht besser können, die pflanzlichen Organismen mikroskopischer Grösse aus. Nachdem schon Oken die Infusorien als einzellig philosophisch betrachtet hatte, führte Siebold, in der Opposition über die Organisationshöhe gegen Ehrenberg mit Meyer und Dujardin gehend, die Infusorien wegen Mangels innrer Organisation und Anwesenheit eines Kerns auf eine Zelle zurück. Das ist eine viel umstrittne Frage geblieben. Perty, Lieberkühn, Leydig, Claparède haben Widerstand geleistet, letztrer jene Meinung als glücklich überwundnen Standpunkt bezeichnet, Häckel aber neuerdings sie auf das Energischste vertheidigt. Man muss, wenn man dem beipflichten will, sehr bedeutende Gestaltungsmannigfaltigkeiten, für den innern Bau Verschiedenartigkeit des Parenchyms, Anwesenheit von Hohlblasen oder Vakuolen, eines Mundrohrs und eines Afters, äusserlich Wimpern, Haken, Stiele als Zellorganisationen nehmen, welche ganz so bunt doch in Zusammensetzungen von Zellen sich an diesen nicht zu finden

Digitized by Google

pflegen. Das Modell von Zellen, die Thieren und Pflanzen allgemein zukämen, die Urzelle, eben erst herabgesetzt, hätte von Allem dem nichts, es wären dies Zellen mit höchst komplexen Organisationen. Claus hat 1874 hervorgehoben, dass die Funktionen des Kerns der Infusorien behufs Anwendung zum Vergleiche mit dem Zellkern viel genauerer Untersuchung bedürfen und Bütschli hat selbst die Kerne für mehrzellig erklärt. Claparède hat sich in seinem Einwand vorzüglich darauf bezogen, dass auch bei Strudelwürmern, denen er die Infusorien, wenn auch nicht so durchaus wie Agassiz, vergleicht, die unleugbare Zusammensetzung des Parenchyms aus Zellen besonders schwer nachzuweisen sei und dass nach M. Schultze in der Haut der Rhabdozoelen mit der Zeit die Zellen zu einer Sarkodemasse zusammenfliessen. Wir werden auf die Eigenschaften der Infusorien noch zurückkommen. Will man die Infusorien als einfache Zellen betrachten und dann, wie das Häckel annimmt, Embryonen, wieder von Zellnatur, aus Theilstücken ihrer Kerne hervorgehn lassen, so verwischt sich dabei auch der Unterschied zwischen Kern und Zelle, was allerdings nach andern Richtungen hin unsre Anschauungen vereinfachen würde.

Kölliker hat der Meinung von der Einzelligkeit der Infusorien beigepflichtet und auch eine andre Klasse, die Gregarinen, deren Platz ich übrigens nicht im Thierreich suche, für einzellig erklärt; auch gegen die von Henle und von Frantzius aus dem zeitweisen Fehlen des Kerns oder dessen abweichenden Verhalten erhobnen Bedenken.

Fig. 8.



Gregarinen aus Acarus plumiger Degeer, etwa 100 Mal vergrössert. a. a. Kleinste, aber von Anfang zweitheilige. b. Eingekapselte. c. u. d. Stärker zusammengesetzte. Ueberall ist im Protoplasmainhalt ein Kern oder sind mehrere deutlich.

Dass auch solche Elemente, die normal nur als Theile eines grössern Ganzen ihre organische Existenz behaupten, z. B. die gleich zu besprechenden formveränderlichen Blutkörperchen eines Krebses, mit frei lebenden Organismen, etwa vom Werthe einer Amöbe, morphologisch zu identifiziren seien, gewissermassen einen kleinen Thierleib darstellten, hob Brücke bei der oben angeführten Gelegenheit hervor.

Da Max Schultze die Frage, was eine Zelle sei, nach der Eizelle entschied, ist es wichtig zu sehn, wie das Ei selbst während der Wandlung der Zelltheorie aufgefasst wurde. Schwann hielt das ganze Eierstockei für eine Zelle; den Kern fand er im Keimbläschen, die Membran

Digitized by Google

in der Dotterhaut, oder für Säuger in der dicken hellen Umhüllung, die man Zona pellucida genannt hat, den Zellinhalt in der Dottersubstanz. Bischoff hatte 1842 gemeint, Dotter und Dotterhaut seien, wenn sie überhaupt, was anzunehmen er übrigens nicht geneigt war, sich um ein ausgebildetes Keimbläschen bildeten, eine sekundäre Bildung, namentlich die Dotterhaut ein Ausscheidungsprodukt einer Lage von Zellen oder Kernen. Mehrere Beobachter fanden dann Dotter ohne Dotterhaut, Dujardin bei der Schnecke Limax, Ecker beim grünen Süsswasserpolypen Hydra, Ehlers 1864 bei Borstenwürmern; schliesslich ergab sich, dass Dotter sehr gewöhnlich einer begränzenden Hülle entbehrte. Dabei erwies sich sowohl hüllenloser als von Dotterhaut umhüllter, wenn das Ei Zelle war, als Zellinhalt anzusehender, Dotter aus sich formveränderlich, kontraktil. Es scheint, dass das schon 1792 der Maler Kleemann, Schwiegersohn des durch die Insektenbelustigungen berühmten Naturforschers Rösel, an Dottertheilen vom Huhn sah, später Ranson beim Stichling, Reichert beim Hecht, Ecker beim Frosche an den aus der Theilung des Dotters im Anfang der Entwicklung hervorgegangnen sogenannten Furchungskugeln, von Siebold bei Planarien, Bischoff beim Kaninchen. Es ist allerdings ohne Verschiebung der Theile die Dotterfurchung und Zertheilung in Kugeln gar nicht denkbar. Es beschränken sich jedoch die Formveränderungen nicht auf das dabei geschehnde Auseinanderrücken von Dotterantheilen, sondern es werden auch Höcker oder Papillen wechselnd vorgetrieben, es schwankt die Dottermasse gewissermassen hin und her, bevor sie die Theilung bestimmt eingeht. Eine nachträgliche Umhüllung eines ursprünglich homogenen, nach meinen Untersuchungen erst später den Keimfleck zeigenden Keimkornes oder Keimbläschens durch Dotter, geliefert aus abgesonderten Organen und danach Bildung einer Hülle zeigen die Bandwürmer, Cestoden, und ihre nächsten Verwandten die Trematoden. Ob man die umgelagerte Substanz in diesem Falle lieber Eiweiss als Dotter nennen will, ist nicht so wesentlich. In der Regel ist allerdings der Dotter um das Keimbläschen im Eierstock gebildet, das Eiweiss nachträglich umgelegt, aber hier ist nichts derart im Eierstock geliefert und jene Substanz umhüllt das Keimbläschen direkt. Für den Begriff der hier die Dotterhaut vertretenden Eihülle ist es wichtig, dass ihre Herstellung bei Taenia serrata nach R. Leuckart als Ausscheidung eines bereits fertig gestellten embryonalen Zellhaufens und dass sie bei Hydra viridis nach Kleinenberg aus der Verhärtung des äussern Zelllagers selbst geschieht. So hat Dotter bald überhaupt keine Hülle, bald wird sie ihm durch Ausscheidung von andern Stellen, bald durch die Arbeit aus ihm selbst hervorgegangner Zellen des Keims, erst diesen umgelegt, und diese Hülle kann demnach nicht wohl als Zellhaut im Sinne Schwann's gelten. Da Dotter sich so oft formveränderlich zeigte, stellte de la Valette St. George 1866 den Dotter

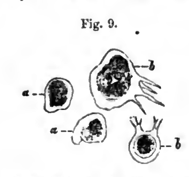
Digitized by Google

junger Eier ganz dem Protoplasma andrer Zellen gleich, das Keimbläschen als Kern festhaltend. Es ist auch hier nicht schwer, Gründe für die Auffassung des Keimbläschens an sich als Zelle zu bringen und wieder den Gegensatz von Zelle und Kern zu verwischen.

Die an Zellen wahrgenommnen Bewegungen waren früher der Zellhaut zugeschrieben worden, so von Kölliker bei seinen einzelligen Gregarinen der Kontraktion und Expansion der Leibeshülle, von Ecker in den Schwanzblasen von Limax Embryonen. Daraus, dass Membran da war und Bewegung, schloss man, die Membran mache die Bewegung, treibe durch Gestaltveränderungen, Verkürzungen den Inhalt hin und her. Als man Protoplasmakörper fand, die kontraktil waren, ohne eine merkliche Hülle zu haben, musste man auch diese Arbeit in den Zellstoff legen, und darüber hinaus liess die Art, wie die Verändrungen vor sich gingen, eher die Hüllen als passiv erscheinen. Die Formverändrungen, das Kriechen, Ausstrecken von Pseudopodien, Körnchenströme, am stärksten bei Rhizopoden, auch sichtbar an Radiolarien, Gregarinen, Infusorien, wurden auch bei unselbstständigen Elementen ähnlichen Organisationswerths gefunden, abgesehn von denen, welche durch ihre reichen Bewegungserscheinungen auf Willen oder andern Reiz so angesehn worden waren, als komme ihnen diese Fähigkeit allein zu, von den Elementen der Muskelgewebe.

Am leichtsten geschieht das an den in Flüssigkeiten suspendirten Elementen, die für sich beobachtet werden und den kleinsten Anstössen Folge geben können, ohne von andern behindert zu werden und am auffälligsten wieder unter diesen an Blutkörperchen, besonders farblosen. Schon Leeuwenhoek sah, nachdem im Froschblut sich die rothen Körperchen gesetzt hatten, eine grosse Zahl „lebendiger Thierchen", etwa halb so lang und breit als die ovalen Körperchen, in eleganten Bewegungen schwimmen. 1798 sah Eber an Blutkörperchen Bewegung und erklärte sie für lebende Thiere, 1830 Czermak, der ihnen mit den Chyluskörperchen wie auch Reichenbach und Andre einen Platz im Thiersystem gab. 1841 sah Valentin und 1843 Meyer solche für Schmarotzer im Blut an, 1846 sah Wharton Jones und 1850 Davaine die Beweglichkeit; Lieberkühn verglich sie mit der der Amöben als amöboide Bewegung. 1846 sah der englische Arzt Aug. Waller am Gekröse der Kröte mit kleinen Rissen der Gefässe und an der Zunge des Frosches nur mit kleinen Durchtrittspunkten und ohne Risse, in jenem Falle in Haufen, in diesem sparsamer farblose und farbige Blutkörperchen aus den Haargefässen bei Stauungen austreten und wandte das dahin an, die Eiterzellen als Derivate solcher freigewordnen weissen Blutkörperchen anzusehn. Er glaubte

Fig. 9.



Blutkörperchen des Flusskrebses, Astacus fluviatilis Fabricius, etwa 500 Mal vergrössert. a. a. Ohne Fortsätze. b. b. Mit aus der protoplasmatischen Hülle vorgestreckten Fadenausläufern.

Digitized by Google

die Blutzellen lösten die Gefässwand auf und diese schlösse sich hernach wieder. Cohnheim gab das 1867 wieder an, während Balogh ein Durchtreten durch die Wände 1869 gänzlich in Abrede stellte und bei einer Grösse von $^1/_{200}'''$ gegen $^1/_{600}$ — $^1/_{800}'''$ für die etwaigen Spalten oder Lücken nach Keber, die er übrigens ebensowenig als Bruch fand, nicht möglich erklärte. Auch v. Recklinghausen wollte ein Durchtreten erheblicher Mengen von farblosen Blutkörperchen durch unverletzte Gefässwandungen als Ursache der Eiterung nicht annehmen, er sah aber an einer in der feuchten Kammer aufbewahrten Hornhaut eine Menge junger beweglicher Zellen als Brut der Hornhautelemente entstehn. Julius Arnold meinte, dass das Durchtreten farbloser und rother Blutkörperchen, Diapedesis, durch Stigmata der Gefässwand geschehe, die, normal vorhanden, bei erhöhtem Druck sich weiter öffnen und ausser einem Flüssigkeitsstrom die Körperchen durchtreten lassen. Das Anschlagen der Körperchen an diese stomata und Durchtreten durch die Wand wäre dann passiv. Wanderzellen konnten den Amöben auch darin verglichen werden, dass sie fremde Körper in ihre Masse aufnahmen, wie das auch für Blutzellen der Schnecke Thetis 1859 Häckel gesehn und 1862 beschrieben hatte. Sie waren nicht nur ideal sondern potential selbstständig. Die Beweglichkeit, physiologisch und pathologisch verwerthet, ist abhängig von der Art der umgebenden Medien und der Sättigung der Lösungen. An Hornhautkörperchen und Bindegewebszellen untersuchte auch Kühne 1864, an Pigmentzellen Brücke. Endlich kamen namentlich Hodenzellen in Betracht; la Valette sah diese bei sehr verschiednen Thieren beweglich mit Formverändrungen bis zum Vorstrecken von Fortsätzen, die die Gestalt von Hügeln, Fingern, Keulen hatten und wohl auch schwingende Bewegung zeigten.

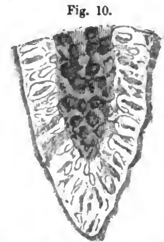
Nach neueren Untersuchungen von Alexander Brandt ist Kontraktilität aber auch bei Zellkernen, nuclei, eine ganz allgemeine Eigenschaft, und bei den Kernkörperchen, nucleoli, in jungen Eizellen von Periplaneta orientalis sah derselbe höckerartige Fortsätze vortreten, sich abschnüren, ihre Lage verändern. Da würde die Beweglichkeit auch den wieder in den nucleoli unterscheidbaren, nucleololi, nicht fehlen und die ganz allgemeine Eigenschaft der protoplasmatischen Substanzen sein. Aehnliches giebt Eimer an. Das, was nicht in Formveränderung beweglich ist, vielleicht aber der bewegenden Kraft andrer, den ausgleichenden Strömungen in Brown'scher Molekularbewegung folgt, ist theils Nahrung für jene, theils Ausscheidung von ihnen, theils schützend oder sonst dienend.

Zuerst von Leeuwenhoek waren den Augenwimpern an Gestalt vergleichbare Fortsätze, welche sich lebhaft bewegen und so kleinere Thiere oder abgelöste Stücke umherwirbeln können oder grössren Ganzen Ströme zuführen und über sie hinleiten, gesehn worden, die sogenannten Wim-

Digitized by Google

perhaare. Erst bei vielen niedern Thieren gefunden, wurden sie 1834 in Organen der Athmung und Fortpflanzung auch der Wirbelthiere von Purkinje und Valentin entdeckt. Sie können nur auf freien befeuchteten Flächen, innerlich oder äusserlich, arbeiten und die sie tragenden Zellen heissen Wimperzellen, die mit ihnen ausgerüsteten Häute Wimperepithelien. Abgelöste Stücke von Wimperepithelien sind öfter für selbstständige Infusorien angesehn worden, da die Wimperthätigkeit lange an ihnen fortdauern kann. Schon Dujardin hatte die Flimmerhaare als Fortsätze des Zellkörpers selbst, nicht der Zellwand betrachtet, Henle glaubte in der Zellsubstanz in die Wimpern fortgesetzte Längsstreifen als Ausdruck der beweglichen Masse ansehn zu sollen. Friedreich, Eberth, Marchi machten ähnliche Beobachtungen. Allgemein ist jetzt auch hier die Zellsubstanz als das Thätige angenommen, die Besonderheit als durch die Pseudopodien der Rhizopoden und die langsam die Stellung verändernden oder seltner zuckenden Strahlen von Actinophrys und andern vermittelt anzusehn.

Fig. 10.



Ein Stück Haut der lebendgebärenden Wasserschnecke Paludina vivipara Linné mit Wimperepithel bekleidet. In der Oberhaut liegen einzellige Schleimdrüsen, in der Tiefe dunkle klumpige Konkretionen und Pigmentsternzellen.

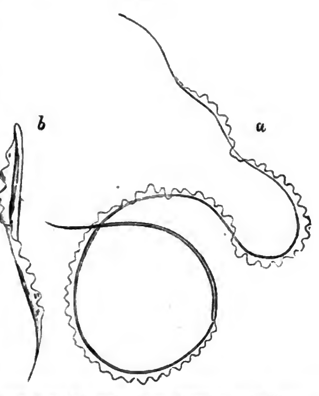
An die Bewegungen mit Wimperhaaren reihen sich direkt die der gewöhnlichen höchst beweglichen Samenelemente an, während in seltnen Fällen, bei Nematoden, die Bewegungen auch der letzten Samenelemente nicht über die amöboiden Verändrungen der Hodenzellen hinausgehn. Die Samenfäden waren eben wegen jener energischen selbstständigen Bewegungen als Thiere angesehn, Spermatozoa genannt worden. Ihre verschiedne Gestalt, die Leichtigkeit, mit welcher äussre Einflüsse auf die Bewegung studirt werden konnten, zum Theil deutlich beziehbar auf das im natürlichen Gange Begegnende*), wie die Beimischung von Wasser und alkalischen Flüssigkeiten, der Eintritt in's Ei, der Effekt in der Umwandlung des Ei's zur Frucht, hatten vielfache Behandlung erfahren. Kölliker nahm an, dass sie in den Kernen der Samenzellen entständen, Schweigger-Seidel erklärte sie 1865 einer ganzen Zelle entsprechend, für einstrahlige Wimperzellen. Der Kopf sei im Wesentlichen Kern, die Bewegung liege nicht, wie Grothe gemeint hatte, in ihm, sondern in einem zwischen Wimperhaar, Schwanz, und Kern-Kopfe, übrig gebliebnen Stück Zellsubstanz. Dieses

*) Die Unbeweglichkeit bei Samenfäden der Krebse hängt vielleicht auch nur von dem Mangel der die Bewegung veranlassenden Momente während der Untersuchung ab.

Digitized by Google

Stückchen hatte Dujardin schon 1837 vom Schwanz unterschieden. Eimer giebt von ihm an, dass es quergestreift sei und dass ein feines Fädchen in ihm, Zentralfaden, sich in Kopf und Schwanz fortsetze und die Verbindung herstelle. Es wäre also so ziemlich ein Stückchen quergestreifter Muskelsubstanz zwischen Kopf und Schwanz eingeschoben. Auch la Valette St. George hat sich der Meinung angeschlossen, dass die Samenkörper einer ganzen Zelle, der Samenzelle, wie das Ei der Eizelle, Ursprung verdanken. Wie das genauer geschehe, dafür lassen verschiedne Mittheilungen keine volle Identität erkennen.*)

Fig. 11.



Samenfäden mit undulirender Membran, stark vergrössert. a. Von Triton palmatus Merrem, nach Duvernoy. b. Von Bombinator igneus Merrem, nach von Siebold.

1776 hatte Spallanzani an den Samenfäden der Molche ein besondres Flimmerphänomen gesehn, welches von Amici 1844, Pouchet 1845, Czermak 1850 dahin erläutert wurde, dass es herrühre von einer

*) Nach Balbiani schwindet bei Aphiden der Kern, die Zelle zieht sich an einem Ende fadig aus, das Kopfende geht aus einem hellen Bläschen zwischen Kern und Membran hervor. Nach Mecznikow legt sich beim Regenwurm der Kopf aus Körnchen im Kern zusammen und der Schwanz entsteht aus dem Protoplasma der Zelle, beim Skorpion ähnlich, beim Flusskrebs, bei Cyprois und der Fliege dagegen entstehen die Samenkörper aus einem Protoplasmakörper neben dem Kern und der Kern geht zu Grunde. Das scheinen Unterschiede, wie wenn im Ei zur Furchung das Keimbläschen manchmal, wie ausgesogen, ausgeworfen manchmal einleitend verwendet wird. Bütschli fand, dass bei Arthropoden vor dem Kern ein kleinrer, hinter dem Kern ein grössrer Protoplasmarest, der Faden, bleibt. So würde der Faden stets aus der Zellsubstanz, der Kopf nicht immer direkt aus dem als Kern erscheinenden Theile, das Mittelstück aus der Verbindung beider hervorgehn. Wie bei Pflanzen giebt es auch bei Thieren doppelschwänzige Zoospermien, nach Doyère und Greeff bei Arctiscoiden, nach Bütschli bei Clythra octomaculata, nach la Valette bei Phratora vitellinae. Dadurch bekommt die Wandlung der Protoplasmahülle in einen Faden einen breitern Charakter. Mehrere Wirbellose haben zwei Formen von Samenfäden, Paludina vivipara, Asellus aquaticus. Die eine Form bei Paludina hat viele Wimperfäden. Die von Leydig in seiner Histologie zusammengestellten Abbildungen erläutern die Entwicklung des Ungleichartigen aus gleichen Grundlagen.

Digitized by Google

längs des Faden laufenden, wellig bewegten zarten Ausbreitung, Membran, worauf Siebold eine Reihe solcher undulirender Membranen zusammenstellte. Nach dem Vorgesagten kann die Entstehung dieser Membran sicher aus dem Zellinhalte hergeleitet werden.

Indem so nach den verschiednen Richtungen hin morphologisch und physiologisch die Vergleichbarkeit der Gewebselemente in zusammengesetzten Organismen und der selbstständigen einfachen Elemente im Ei, Samenfaden, in einzelligen oder unter den Zellwerth sinkenden lebenden Wesen, auf Grundlage eines elementaren Bau's sich darstellte, bei dem namentlich die Membran fehlen konnte, aber auch dem Kern gegenüber die übrige Zellsubstanz die hervorragende Rolle spielte, hatte schon 1863 Bischoff die nur aus Kern und umhüllender Protoplasmaschicht bestehenden Elemente gegenüber den Membran besitzenden Zellen Protoplasten zu nennen vorgeschlagen, während M. Schultze den Zellbegriff auf sie ausgedehnt hatte. Man erkennt, dass Letztres die Zellmembran geringer achten hiess. So meinte auch la Valette, man dürfe zwei Formen von Elementargebilden, welche unvermerkt in einander übergingen, nicht zwei verschiedne Namen geben. Kölliker stellte von 1864 an in seinem Icones histiologicae und seiner Gewebelehre die kern- und hüllenlosen, die kernhaltigen, die mit Kern und Hülle versehnen Protoplasten oder Zellen, endlich die metamorphosirten Zellen, welche einen oder mehrere ihrer Bestandtheile verloren haben, einander gegenüber. Häckel gab in seiner generellen Morphologie das Schema für die Summe der neuen Erfahrungen. Für die morphologischen Individuen, gestaltlich abgeschlossnen Wesen, niederster Ordnung, die Bildungselemente, Plastiden, sei es nicht nothwendig, dass sie in Schwann's Zellenform aufträten; wir kennten vielmehr viele Körper, die den Werth einer einzelnen Zelle nicht erreichten und doch eine abgeschlossne Form der lebenden Materie repräsentirten. Solche Plasmaklumpen nannte Häckel, wenn sie eben so wenig Kerne haben, Cytodae; haben sie solche, Zellen, Cyta, dafür sich Schultze anschliessend. Sie sind dann, wenn sie keine Hülle haben, Nacktzellen, Gymnocyta, wenn sie diese besitzen, Rindenzellen, Lepocyta, wie auch die Cytodae in Gymnocytodae und Lepocytodae unterschieden werden können. Die Hülle oder Haut, λέπος, kann durch eine verdichtete Oberflächenschicht gebildet werden oder flüssig abgeschieden und dann zu einer Kapsel erhärtet sein; sie kann vollkommen oder nur theilweise umschliessen, auch durchlöchert sein.

Die Zellhäute schliessen sich damit ganz andern schaligen Absonderungen an, wobei sie in mannigfacher Weise der in höherem Grade im Wechsel des Lebens stehenden Substanz dienen können, auch immer in gewissem Grade ihr zugerechnet werden müssen.

Diese verschiednen Plastiden können nach Häckel sämmtlich ak-

Digitized by Google

tuelle Bionten sein, d. h. in dieser Gestalt ihr Leben vollenden, so als Gymnocytodae: Protamoeba, Protogenes, Actinophrys; als Lepocytodae: die Polythalamien, so lange sie sich nicht zu getrennten Plastiden differenziren; als Gymnocyta: echte, gekernte Amöben; als Lepocyta: Arzelliden aus den Rhizopoden, Gregarinen, wozu nach der spätern Befürwortung Häckel's auch, als einzellig, die Infusoria ciliata kommen würden. Oder Plastiden sind doch virtuelle Bionten, d. h. sie können in dieser Form existiren, aber es ist damit das Sein einer organischen Form nicht ausgedrückt, so in gewöhnlichen einzelligen Eiern, in abgelösten Theilen eines Süsswasserpolypen. Oder endlich sie sind nur partielle Bionten, sie gehören einem grössern Ganzen an, immer noch mit Existenz in formaler Ablösung und Selbstständigkeit, so in den flüssigen Geweben die Blutkörperchen, namentlich die farblosen.

Zwei besondre Ereignisse gaben der Schätzung der organischen Substanz ohne Rücksicht auf auch nur die Zellform als des Genügenden und Wesentlichen neue Stützen.

Einmal erschloss man den Beweis einstiger Existenz solcher mit einer guten Reihe von Gründen aus Erscheinungen in Erdschichten, welche älter waren, als diejenigen, in denen man bis dahin Reste organischer Geschöpfe gefunden hatte. In den vereinigten Staaten Nordamerika's und in Canada finden sich als älteste deutliche Spuren lebender Wesen in einer Schicht, die man Takonian nennt und gleichaltrig erachtet mit der Ober-Cambrischen Formation in England, vereinigt ziemlich zahlreiche Brachiopodenschalen der Gattung Lingula, Abdrücke von Würmern, Fussspuren und an Pflanzen Tange, im Ganzen ein hinlänglich reicher Rest organischen Lebens. Die darunter folgenden Huronian-Schichten, den Unter-Cambrischen in England entsprechend, 18000′ mächtig, umschliessen die reichen Kupfergesteine Amerika's. Den Uebergang zu ihnen macht eine nach Gegenwart von Quarzgeschieben in Wasser abgelagerte Schicht, deren Knollen von phosphorsaurem Kalk auf Thiere zurückgeführt werden können. Die untern Schichten selbst zeigen zunächst keine Spuren wässrigen Ursprungs, dann aber kommt Gneiss mit Krystallen phosphorsauren Kalks, die wieder auf organisches Leben schliessen lassen. Unter dem Huronian folgt der Laurentian, 30000′ mächtig und über 200000 englische Quadratmeilen verbreitet. Brocken von ihm liegen im Huronian und er selbst enthält Trümmer ältrer geschichteter Sandsteine, so dass die Wirkung des Wassers in Zerstörung und Bildung nicht allein für die genannten Formationen sondern noch für eine nicht begränzte Zeit vor ihnen ersichtlich ist. Der Laurentian, entstanden aus quarzigen und thonigen Gesteinsbildungen, umschliesst mächtige Lager von Kalk und Kiesel, Nester von Graphit, Eisenerze und Schwefelkiese, sämmtlich nach den Stoffen und der Art des Vorkommens mit Verdacht organischen Ursprungs. Der obere Theil, Ober-Laurentian,

Digitized by Google

ist durch dicke Gneissschichten von dem Unter-Laurentian getrennt. Im letztern fanden Logan und Dawson Silikatausfüllungen in kammerähnlich zusammenhängenden Räumen, im Einzelnen in bis zu einem Zoll grossen Stücken und bankartig verbreitet. 1855 hatte Ehrenberg in den Glaukonitkörnern des Grünsandes Steinkerne von Polythalamien erkannt. In andrer Form, mit geordneten Kammern, meist viel grösser als die jetzt lebenden, bilden fossile Polythalamien ganze Gebirge und charakterisiren, als Nummuliten und andre, geologische Epochen. Ebenfalls von 1855 an hatte Carpenter eine Reihe mikroskopischer Untersuchungen über Polythalamien begonnen und später damit abgeschlossen, die Veränderlichkeit der Schalen sei bei ihnen so gross, dass nicht allein Artunterscheidung sondern auch Bildung von Gattungen unthunlich sei und bei Erschüttrung aller Charaktere nur erübrige, einige Hauptfamilien aufzustellen. Wie Ehrenberg in, der Form nach den Polythalamien sich mehr anschliessenden, Silikatausfüllungen, fand Carpenter, da ihm für Polythalamien die Form so werthlos geworden, auch in den formlos ausgebreiteten, vielfach anastomosirenden des Unter-Laurentian den Ersatz eines formlosen und anastomosirenden Protoplasmaleibes, zu dem er 1867 nach Entfernung des umhüllenden Kalksteins unterscheidbare, die Kammerausgüsse glänzend überziehende, wie aus Asbestfäden gebildete Kalkhäutchen als röhrig durchbohrte Foraminiferen-Rinde ansah. Max Schultze ist 1873 noch ganz dieser Auffassung beigetreten.

Fig. 12.



Eozoon canadense Dawson, natürliche Grösse; nach einem von Herrn Carpenter dem Verfasser geschenkten Schliffe.

Die Silikatausfüllungen im Unter-Laurentian wären also eine Fossilisation oder Ersatz einer organischen Substanz, umhüllt von einer Fossilisation ihrer Rinde in Kalk und eingebettet in den zu Stein gewordnen Kalkniederschlägen des umgebenden Wassers; der Organismus konnte nur den Rhizopoden verglichen werden, am meisten der Polythalamie Calcarina mit einem Sporenrädchen ähnlichen Gehäuse, und erhielt, weil er die Spuren organischer Existenz aus viel ältern Erdepochen statuirte, als man bis dahin angenommen, den Namen Eozoon canadense. So weit man überhaupt sich ein Urtheil über Zeitmaasse vergangner Schöpfungsperioden zu bilden wagen kann, mag die Zeit der lebendigen Existenz des Eozoon ziemlich eben so weit von der zunächst deutlichen organischen Schöpfung als diese von der heutigen entfernt sein. Das Eozoon wurde auch von Hochstetter in der herzynischen Gneissformation von Krummau und Schwarzbach, und von Fritsch im Ophikalzit von Raspenau in Böhmen, von Gümbel in den krystallinischen Kalken über der bojischen Gneissformation in den Urgebirgsschiefern des ostbairischen Gränzgebirgs und in Kalken des schwedischen Urgesteins, von Jones im Connemaramarmor in Irland, von Daw-

Digitized by Google

son im Serpentinmarmor von Tyrol nachgewiesen. Carpenter hielt es für möglich, dass auch in den grossen Sphäroiden des permischen Magnesiakalks von Durham riesige Polythalamien steckten.

Das Eozoon erweiterte die Bedeutung und Verbreitung nicht organisirter lebendiger Substanz, fand aber auch Verwerthung für Urtheile über Beschaffenheit ältester lebender Wesen, Entstehung sehr alter Gesteine auf wässrigem nicht feuerflüssigem Wege und die Einschlüsse in ihnen und für Vermuthungen über ein viel höhres Alter organischer Schöpfungen als es die frühern Theorieen eingeräumt hatten. Die Foraminiferennatur ist jedoch nicht ohne Anfechtung geblieben und finden King und Rowney namentlich den angeblichen tubulirten Ueberzug der Kammerausfüllungen in allen Uebergängen zu Chrysotile oder fasrigem Serpentin, der Spalten ausfüllt, demnach als einen integrirenden Theil der ausfüllenden Körner, die er umkleidet. Auch Sedgwick war sehr gegen die „Eozoondoktrin."

Der andre, Epoche machende, Fund kam aus den Tiefen der See. Die ältesten Versuche, vom Tiefseegrunde Thiere, um naturwissenschaftlicher Untersuchung Willen, heraufzubringen, hatte wohl Peron am Anfange des Jahrhunderts gemacht; Schwammfischerei, Perltauchen, Korallensuchen sind allerdings von unbekanntem Alter. Ross wies schon eine gewisse Uebereinstimmung arktischer und antarktischer Tiefseebewohner nach. Die berühmte Eintheilung der Seebewohner nach bathymetrischen Zonen 1843 durch Forbes auf die Forschungen im ägäischen Meer, welche tiefer als 550 Meter Thiere nicht mehr existiren lassen wollte, hatte für diesen Satz keine lange Dauer. 1845 fand Harry Goodsir Thiere in der Davisstrasse 730 Meter tief; das zwischen Bona und Cagliari wegen Reparatur aufgebrachte Telegraphentau erwies sich mit verschiednen Thiergehäusen bedeckt, darunter die Korallen von Arten, die nur fossil in Italien, Sizilien, Algerien bekannt waren; Bailey brachte 1855 Foraminiferen und Schwammnadeln aus 1830 — 3650 Meter, 1860 die Expedition des Bulldogg aus ähnlichen Tiefen; Sars bestimmte aus Tiefen von 350—550 Meter 427 Arten*), dabei solche, die mehr den ausgestorbnen als den lebenden glichen. Die Expeditionen von Agassiz und Pourtalès 1866 und 1867 im Golfstrom, die von Wyville Thomson, Carpenter und Jeffreys 1868 und 1869 mit den Schiffen Lightning und Porcupine als Vorbereitung zu der augenblicklich stattfindenden Expedition des Challenger unter Thomson haben bei der Erleichterung und Sicherung der Tiefseeuntersuchung durch neue Instrumente immer Grössres geleistet und ausser dem Einfluss auf die Geophysik und Geologie einen besondern auf die Zoologie gehabt, auf den wir noch zurückkommen werden. Jetzt sei nur

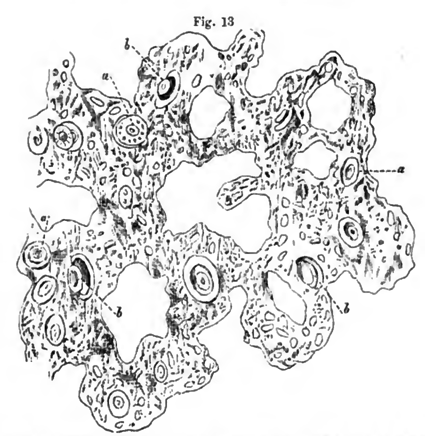
*) Darunter 36 Echinodermen, 133 Mollusken, 106 Arthropoden.

Digitized by Google

bemerkt, dass Lightning und Porcupine Pflanzen höchstens aus 350 Meter Tiefe, Thiere höhrer Organisation aus 4060 Meter, aber keine Thiere mehr aus 6600 und 7130 Meter brachten. Bei Untersuchung des untermeerischen Plateau's für das transatlantische Kabel fand Kapitain Dayman vom Cyklops 1857 im mit der Sonde aufgebrachten Schlamm eine Menge kleiner elliptischer Scheibchen von geschichteten Lagen kohlensauren Kalks, die er Coccolithen nannte. Bei der Tiefseeuntersuchung des Bulldogg fand Dr. Wallich solche gemischt mit Kugeln, die durch Zusammenhäufung jener Coccolithen entstanden schienen, und die er Coccosphären nannte. Beiderlei Formen finden sich auch in der Kreideformation, an welche, wie überhaupt an vergangne geologische Epochen, sich, wie Thiere besondrer Länder, so auch Formen der Tiefsee näher anschliessen, jene vor dem Versinken, diese vor dem Heben aufs Trockne bewahrt geblieben. Huxley fand 1868 den zähen, klebrigen Schlamm, in welchem die Kalkkörperchen liegen und der von 6000—25000' Tiefe, wo höhere Organismen sparsam werden und fehlen, sehr verbreitet den Boden bedeckt, zum grossen Theil aus dem Protoplasma ähnlicher Substanz bestehend. Die Grundsubstanz, strukturlos und farblos, bildete bald rundliche Klumpen verschiedner Grösse, bald Streifen, bald ein Netzwerk und umschloss meist Coccolithen und Coccosphären. Huxley nannte diese Massen: Bathybius Häckelii. Unter den Coccolithen unterschied er scheibenförmige Diskolithen und doppelten Hemdknöpfchen ähnliche Cyatholithen. Die Haufen, Coccosphären, seien bald lockrer, bald solider. In den Kalkkörpern selbst sei eine gewisse Menge organischer Substanz nachweisbar, sie seien verkalktes Protoplasma. Reichert hatte vorausgesagt, dass die Naturphilosophie den Urschleim wieder einsetzen würde, jetzt hatte man ihn gefunden. Häckel untersuchte 1870 Portionen des Bathybius, die die Porcupine-Expedition aus etwa 15000' geholt und frisch gefangen unter dem Mikroskop gesehen hatte; Wyville Thomson freilich hatte ihn einer diffusen Schwammmasse verglichen; sagte auch eigentlich nicht, dass er die Bewegung gesehn habe, sondern: it may be seen in movement, und meinte, es sei nicht unmöglich, dass Bathybius zum grossen Theil ein formloser Zustand sei, in Verbindung mit Wachsthum und Vervielfältigung, oder auch Zerfall, sehr verschiedner Dinge. Häckel fand die einzelnen Protoplasmaklumpen meist unter 0,1 nie über 0,5 mm., so dass er Huxley's grössere Klumpen für zusammengeklebt hält. Die Coccolithen möchte er wohl wie Huxley für eine Ausscheidung des Protoplasma halten. Da er jedoch Gleiches in Myxobrachia, einer pelagisch treibenden Radiolarie fand, könnten sie auch aus andren Quellen stammen. Auch erschien es Häckel schwer, die Ernährung dieser Protoplasmaorganismen und der als Tiefseebewohner ihnen am nächsten kommenden Polythalamien, in so grosser Tiefe

Digitized by Google

Fig. 13



Netzwerk von Bathybius Häckelii Huxley, 700mal vergrössert, nach Häckel's Darstellung. a. Diskolithen. b. Cyatholithen. Von der Porcupine-Expedition der Herren Thomson und Carpenter.

zu verstehn. Da Möbius nachgewiesen hat, dass die Reste organischen Lebens auf dem Meeresgrunde in Sinkströmungen beständig abwärts gleiten, so wird man um die Ernährung dessen, was von jenen wirklich lebendig ist, nicht verlegen zu sein brauchen, noch aus ihrer Existenz auf Urzeugung aus anorganischen Grundlagen schliessen dürfen. Organische Reste könnten dann allmählich in Bathybius umgesetzt werden und, wie sonst Schalen, so in Coccolithen ausgeschiedner Kalk, langsam zu Lagern feinster Kreide aufgehäuft, würde das Ableben von Bathybiusgenerationen bedeuten. Die Untersuchung wird sich aber noch dess zu vergewissern haben, ob die Erscheinungen von Bathybius unter den Titel Lebenserscheinungen gehören, ob ferner die Kalkkörperchen aus ihm gebildet oder ihm fremd sind.

Es giebt da nicht unerhebliche Zweifel.

Von der Challenger Expedition hören wir, dass der Globigerinenschlamm voll von Pseudopodien dieser Foraminiferen ist und dass deren Substanz mit Alkohol ganz das Häckel'sche Präcipitat giebt. Was die Kalkkörperchen betrifft, so ergaben 1872 die Versuche von Harting, dass kohlensaurer Kalk, wenn er bei Gegenwart von Eiweisskörpern aus dem gelösten Zustand in den festen übergeht, Calcosphaeriten bildet, kuglige geschichtete Verkalkungen eines dem Chitin nahestehenden Eiweisskörpers. Wenn man an das eine Ende eines 1 cm. hoch mit Eiweiss gefüllten, 20—30 cm. langen Gefässes ein Stückchen Chlorkalcium, an das andre Ende Pottasche, beide in Löschpapier gewickelt, legt, so bedeckt sich der Boden mit Calcosphaeriten von 0,02 mm. Grösse, konzentrisch und radiär ge-

Digitized by Google

streift, die sich an einander reihen, polyedrische Felder, Doppelkugeln, auch Manchettenknopfformen bilden können. Da Aehnliches in Perlen, in der Prismenschicht der Muschelschalen, in Otolithen, Gehörsteinen, geschieht, so kann man, weil man hier künstlich Solches macht, dem Bathybius die lebendige Existenz noch nicht bestimmt abstreiten. Die Kombination dieses Experiments mit der vorigen Beobachtung gestattet aber ebensowenig mehr, ihm einen grossen Nachdruck zu geben.

Indem sich durch alle diese Beobachtungen der morphologische, anatomische Begriff der Zelle, als die letzten Lebenserscheinungen an sich ablaufen lassenden Theilstückes, gänzlich verschob, musste entsprechend die physiologische Auffassung, welcher die alten Substrate der diosmotischen Vorgänge durch eine Membran und der Massenanziehung durch einen Kern mehr oder weniger abhanden kamen, eine andre werden. Alles was aus gestaltlichem Verhalten entnommen wurde, alle sichtbaren Gegensätze der Theile, mussten für den Anfang ausser Rechnung bleiben und in der innern Beschaffenheit des Protoplasma's allein die Ursache der Lebenserscheinungen gesucht werden.

Innere Beschaffenheit und Thätigkeit.

Wir behandeln in diesem Kapitel das, was an den Elementen, welche organische Körper zusammensetzen, erst durch besondre Hülfsmittel und durch das, was an ihnen geschieht, durch ihre Verändrungen, welche gewissermassen selbst Reaktionen auf besondre Hülfsmittel sind, ersichtlich wird. Es darf darum nicht scheinen, als seien wir der Meinung, es seien innre Beschaffenheit und Thätigkeit überall grundsätzlich von äussrer Gestalt und Erscheinung zu trennen. Wir fahren dabei noch fort, von organischen Körpern im Allgemeinen zu reden, ohne vorher festzustellen, auf was wir solche von andern trennen und unter einander verbinden. Es soll diese Definition erst resultiren aus der genauern Beschreibung der sogenannten lebenden Substanz. Auch führen wir die Untersuchung des Protoplasma's, für das die ausgezeichnetsten Forscher gleiche Beschaffenheit und Bedeutung bei allen Organismen angenommen haben und welches sie zugleich für den Lebensfaktor erster Stelle ansehn, weiter, ohne vorher Thiere und Pflanzen begrifflich zu unterscheiden. Wir werden zum Theil schon hier, ausführlicher später, zusehn, ob bei dieser fundamentalen Uebereinstimmung doch eine deutliche Gränze zwischen Thieren und Pflanzen zu ziehen sei und wie es komme, dass trotz jener Gleichwesenheit gewöhnlich an eine leichte Unterscheidung zwischen Thieren und Pflanzen geglaubt wird und dass bis zu einem gewissen Grade wirklich ein diametraler Gegensatz der Leistungen in ihnen erscheint. Auf die Erscheinungen an Pflanzen treten

Digitized by Google

wir dabei soweit ein, als das nöthig schien für das Verständniss organischer Substanz im Allgemeinen, welchem Untersuchungen und Versuche an Pflanzen wegen deren mehr elementaren Bau's und einfacherer Aktion besonders förderlich gewesen sind.

Die supponirte Gleichwesenheit verschiedner Plasmakörper ist nicht als chemische Identität aufzufassen. Es kann überhaupt keins der hier verglichnen Elemente lebender Körper als eine gegebne Menge einer ein für alle Male durch eine chemische Formel ausdrückbaren Substanz angesehn werden. Das wird dadurch ausgeschlossen, dass sie leben oder lebende Bestandtheile eines grössern Organismus bilden sollen. Wir werden später genauer erkennen, dass Leben nicht ein Zustand, chemische oder physikalische Leistungsfähigkeit ist, sondern dass dieser Ausdruck einen Zusammenhang von Vorgängen bezeichnet, welche einzeln physikalische und chemische Zustandsändrungen sind.

Wenn man den einfachsten lebenden Körper einer Elementaruntersuchung unterwirft, so erhält man ein einzelnes Resultat, nicht einen auf denselben in verschiednen Zeiten oder auf andre anwendbaren Werth; was man erhält, hängt davon ab, auf welchem Punkte einer mit gewissen Postulaten verträglichen Reihe von Zustandsändrungen sich der Körper grade befand. Es können höchstens Gränzen für Anfang und Ende solcher Reihen bestimmt und durch Punkte zwischen diesen die Richtungen der Verändrungen beschrieben werden. Eine solche Formel der Verändrung würde eine Lebensformel sein.

Eine solche zu finden, oder zunächst Elemente dafür, ist schwierig. Wo lebende Substanz in Individuen von solcher Masse erscheint, dass diese zu einer gründlichen chemischen Untersuchung ausreicht, sind in komplexem Bau eine verschiedenartige Beschaffenheit der Theile und ungleiche Reihen der Verändrung gegeben. Eine Elementaruntersuchung hat dabei sehr wenig Nutzen. Wo Protoplasma, in der Hauptsache homogen erscheinend, vorkommt, gestattet es wegen der geringen Mengen in der Regel nur einige Proben, mikrochemische Reaktionen, keine eigentlichen Analysen. Aber auch dann haben wir keine gleichmässige, einheitliche Substanz sondern Veränderliches und Mischungen, welche in ihre Bestandtheile zu trennen, oder in welchen diese einzeln nachzuweisen kaum möglich ist. Auch hier ist das etwas Naturnothwendiges. Wir würden gar nicht anders annehmen können. Wir werden aber auch von der Anwesenheit solcher Verschiedenheiten ziemlich grob auf physikalischem und chemischem Wege überzeugt durch die Anwesenheit von Fettkugeln, Körnchen, Tröpfchen dünnrer Flüssigkeiten, die man dann als dem eigentlichen Protoplasma fremd bezeichnen muss, die aber für sein Leben eine Rolle spielen. Innre Verschiedenheit und Mischung muss der Ausdruck dafür sein, dass jedes Theilchen dieser Substanz Verändrungen durchläuft. Die zeitlichen Ver-

Digitized by Google

ändrungen im Protoplasma sind bei Pflanzen ersichtlich, wenn früher vorhanden gewesene Eiweissreaktionen später verschwunden sind, wenn verdichtete Rindenschichten oder Kerne mit besonderm chemischen Verhalten am und im Protoplasma entstehn.

So konnte wohl eine Charakteristik dieser Grundsubstanz lebender Körper erreicht werden; statt aber aus ihren Eigenschaften den Schlüssel zum Verhalten zusammengesetzter lebender Körper zu entnehmen, hat man vielmehr aus Rückschlüssen von den an diesen letztern gemachten Erfahrungen über die Vorgänge im Protaplasma Aufklärung suchen müssen.

Pflanzliches Protoplasma wird von Hofmeister dahin beschrieben, dass es auch bei stärkster Vergrösserung gegen wässerige Flüssigkeiten, die es umgeben oder in seinen Hohlräumen liegen, sich scharf abgränzt, sich mit Jod gelb, mit Zucker und Schwefelsäure rosenroth färbt und beim Verbrennen ammoniakalische Dämpfe entwickelt. Jugendliches Protoplasma färbt sich mit Kupfervitriol und Kalilauge violett. Ueberall ist Protoplasma nach solchen Reaktionen eine stickstoffhaltige, jung eine eiweissartige Substanz. Dass diese Substanz mit Alkohol und Säuren und durch Hitze gerinnt, hatte schon Dujardin erwähnt. Auch hat Häckel um im Tiefseeschlamm das Protoplasma kenntlich zu machen, neben der gelben Färbung durch in Jodkali gelöstes Jod und durch Salpetersäure, noch die rothe Färbung durch ammoniakalische Karminlösung benutzt, welche in ungleichem Grade und besonders schön nach Behandlung mit Essigsäure und Salzsäure eintrat.

Wenn wir für die Formveränderlichkeit die bestimmteren Gestaltungen in Wimpern und undulirenden Membranen mit in Rechnung ziehen, so finden wir dieselbe bald rhythmisch, wie in Pendelschwingungen und das nur an zarten, fadenförmigen oder dünnhäutigen, präformirten Theilen, bald amöboid unregelmässig, stossweise, in wechselnden Graden an verschiednen Stellen, im Vorquellen, hügelförmiger Erhebung, Ausstrecken von Kolben, Fäden, Strahlen, Verästelung und Netzwerk. Das kann zur Ortsveränderung führen, wenn die Theile auf einer Bodenfläche umgelagert, verschoben werden. Dem gesellt sich Verschiebung erkennbarer Theile oder Beimischungen im Innern, Körnchen, Tröpfchen. Aus ihr kann Vorlagerung nicht unterscheidbarer Theile gefolgert werden, ein Protoplasmastrom, der jene mitreisst. Auch zeichnet sich Protoplasma aus durch wechselnd entstehende und vergehende Vakuolen, Stellen geringrer Lichtbrechung mit scharfen Gränzen, aus welchen man das Protoplasma zurückgezogen und die man mit Flüssigkeit gefüllt erachtet.

Zu den chemischen Qualitäten und den Bewegungserscheinungen kommen, oder aus ihnen gehen hervor weitre sogenannte physiologische: Ernährung und Fortpflanzung. Die Gegensetzung physiologischer Eigenschaften gegen chemische und physikalische ist eine provi-

Digitized by Google

sorische und bezeichnet eine Lücke unsrer Kenntniss. Die Gesetze der Chemie und Physik sollen ebensowohl Ausdruck geben oder entnommen sein den sogenannten lebenden Körpern als denen der anorganischen Natur. Der Vermuthung, es möge aus genauerer Erkenntniss der organischen Natur ein besondrer noch nicht abzusehnder Einfluss auf die Gestaltung der Naturgesetze geübt werden, steht die Erfahrung gegenüber, dass die grössre Schärfe in Anwendung des an den Erscheinungen der anorganischen Natur Gelernten ungeahnte Fortschritte auch für das Verständniss der organischen gebracht hat. Damit ist die Aufgabe gegeben, durch bessre Untersuchung es dahin zu bringen, dass die Beschreibung des an den organischen Körpern Geschehenden immer vollständiger mit den Mitteln gemacht werden könne, welche Mathematik, Physik, Chemie bieten.

Mit den chemisch-physikalischen Eigenschaften ist das Protoplasma den von den höhern Organismen her genauer bekannten Eiweisskörpern zuzugesellen. Wenn man die chemische Zusammensetzung und die Vorgänge in grössern thierischen Körpern prüft, so kann man die letztren ganz vorzüglich darauf zurückführen, dass als Nahrungsmittel eingeführte Verbindungen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und für einen Theil auch aus Stickstoff, dann Schwefel, Phosphor, Eisen, durch den Körper durchgehn, indem sie Theile desselben bilden und dabei sich mit weiterm Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft in Oxydationsprozessen verbinden, wobei Wasser und Salze ohne oder auch mit Veränderung ihrer Atomgruppirung mitgehn. Die Endprodukte jener Prozesse lassen sich in den Ausscheidungen thierischer Körper mit ziemlich festen oder ganz bestimmten Eigenschaften nachweisen; zusammengesetztere unter ihnen werden auch unter solchen Umständen noch organische Verbindungen genannt, können aber zum Theil künstlich nachgemacht werden. Schwieriger ist es, die Konstitution der vorausgegangenen Zustände zu bestimmen, um so schwerer und weniger fest, je weiter die Substanzen noch von der Ausscheidung entfernt sind, je mehr sie noch im Leben stehn, namentlich wenn sie stickstoffhaltig sind.

So hat das Räthsel des thierischen Lebens sich immer mehr auf diese schwer fassbaren stickstoffhaltigen Bestandtheile organischer Körper zurückgezogen. Solche sind in der Regel, und grade die am meisten im Leben stehenden müssen das vorzüglich sein, leicht veränderlich und erscheinen deshalb und wegen der Mischung unsicher in der Zusammensetzung, sind unkrystallisirbar, vielleicht dies nur deshalb, weil sie fortwährend zur chemischen Umänderung geneigt sind und Mischungen bilden. Sie sind nicht als einfache, reine Körper sondern als Mischungen von Verbindungen ungleicher, wenn auch oft nahe verwandter Zusammensetzungen, zu betrachten, deren Faktoren nur unsicher und schwer getrennt und bestimmt werden können. So gestatten die aus Elementaranalysen berechneten Zusammen-

Digitized by Google

setzungen wenig Schlüsse auf die chemische Konstitution. Die hier wegen des regelmässigen Vorkommens hauptsächlich in Betracht kommenden sind, weil dem Hühnereiweiss verwandt, Eiweisskörper, Albuminate genannt worden. Nach Verschiedenheiten für Fällung und Gerinnung unterscheidet man aus Hühnereiern, Blut, Muskeln gewonnene Albuminate als Albumin, Fibrin, Globulin, Myosin mit folgenden Gränzwerthen:

C 52,7 — 54,5 %
H 6,9 — 7,3 %
N 15,4 — 16,5 %
O 20,9 — 23,5 %
S 0,8 — 1,6 %

Da Mulder sie als Verbindungen eines Radikals, des Protein, mit ungleichen, aber im Einzelfalle feststehenden Aequivalenten, Schwefel und Phosphor, hinstellte, haben sie, trotz der Unhaltbarkeit dieser Theorie, den Namen Proteinkörper behalten. Nach obiger Tabelle ist der Unterschied absolut am grössten in den Mengen des Kohlenstoffs und Sauerstoffs. Nach den Versuchen von Matthieu und Urbain enthält das Eiweiss an Gasen neben Sauerstoff und Stickstoff wesentlich Kohlensäure; entzieht man diese, so gerinnt es auch bei 100° C. nicht, bleibt aber fällbar durch Alkohol, Säuren und Salze. Man könnte annehmen, dass die Kohlensäure in flüssigem Albumin frei, im durch Hitze geronnenen gebunden sei, dass also Kohlensäure bei Erwärmung Eiweisskörper wie andre Säuren gerinnen mache; Ammoniak, indem es die Kohlensäure annimmt, lässt das gelöste Eiweiss wieder herstellen, wenn man das kohlensaure Ammoniak durch Erwärmen entfernt. Durch Wegnahme der Salze verwandelt man Albumin in Globulin, welches schon in der Kälte durch Kohlensäure gefällt, dann durch Einströmen von Luft oder einem neutralen Gas wieder gelöst wird, nach Zusatz von kohlensaurem Ammoniak aber erst bei 70° gerinnt. So könnte man das Globulin, wie Mulder das Protein, als Ausgangspunkt für die verschiednen Eiweisssubstanzen betrachten.

Die Eiweisskörper sind in fast allen Geweben thierischer Körper vorhanden, es wäre sogar der Name Gewebe an ihre Gegenwart zu binden, obwohl nicht jeder Eiweisskörper Theil eines Gewebes zu sein, als Nachweis eines Gewebes angesehn zu werden braucht. Sie drehen die Polarisationsebne links, gerinnen durch Hitze, Mineralsäuren, anhaltende Einwirkung des Alkohols, wohl durch Wasserentziehung, wandeln sich durch Wassereintritt in Peptone, verbinden sich mit Säuren zu Säurealbuminaten, so Syntonin, mit Alkalien zu Alkalialbuminaten, so Albumin zu Kasein, welches dann nicht bei blosser Erhitzung, sondern nur, wenn zugleich Säure zugesetzt wird, gerinnt. Sie verändern also ihre Zustände und Löslichkeit sehr leicht unter in den organischen Körpern ganz gewöhnlich gebotnen Verhältnissen. Sie werden deutlicher damit nachgewiesen, dass sie mit

Digitized by Google

Salpetersäure gelb werden, unter Bildung von Xanthoproteinsäure, die dann bei Zusatz von Alkali roth wird; dass sie sich mit salpetersaurem Quecksilberoxyd bei Anwesenheit von wenig salpetriger Säure, dem Millon'schen Reagens, bei 60° roth färben, wahrscheinlich durch Bildung eines der Eiweisszersetzungsprodukte, das Tyrosin; dass sie mit Kupfersulphat und Kali eine violette Färbung annehmen. Verdünntes Eiweiss in Schwefelsäure getröpfelt giebt eine von der zugefügten Menge abhängige Farbenskala von Grün durch Gelb und Roth zum Violet aufsteigend, wodurch wohl am besten bewiesen wird, dass es sich bei dieser wie bei andern Farbenreaktionen um Bildung von Zersetzungsprodukten handelt.

Die Eiweisskörper werden bei Thieren in denselben oder ähnlichen Zusammensetzungen, wie sie sich in der lebenden Substanz arbeitend finden, in grössern Mengen als Nahrungsmittel eingeführt, überall in der Natur ursprünglich durch Pflanzen als Pflanzeneiweisskörper bereitet, wenn sie auch im Einzelfalle schon, durch andre Thiere durchgegangen, sich als Produkte dieser in Milch, Eiern, Fleisch, Blut u. s. w. bieten.

Die Pflanzen stellen die Eiweisskörper, wie das am besten die Hefenzellen beweisen, aus Zucker und Ammoniaksalzen oder salpetersauren Salzen, wahrscheinlich in allmählicher Heranbildung, dar. Pilzsporen, chlorophylllose Pflanzenzellen, vermögen nach Pasteur aus Traubensäure, nach Zöller auch aus andern organischen Säuren, in Verbindung mit Ammoniak und den Salzen, Eiweisskörper, Fett, Kohlenhydrate zu bereiten. Die Bildung von Eiweisskörpern ist auch in grünen Pflanzen nicht an die Thätigkeit des Chlorophylls gebunden, sondern kann in chlorophylllosen Zellen geschehn, denen von den Wurzelfasern beschafftes Ammoniak oder salpetersaure Salze und von den Blättern Kohlenhydrate und Fette übertragen werden.

Aber die Beschaffung der Kohlenstoffverbindungen, welche dabei nöthig sind, erscheint an die Gegenwart des Chlorophylls oder nahe verwandter Körper gebunden. Sachs hat diese Beschaffung organischer Substanz als Assimilation jeder weitern Verarbeitung als dem Stoffwechsel entgegengesetzt. Das ist nur generell und so nur für Pflanzen anwendbar; die Assimilation, das Ausgewinnen gleicher Substanz an einzelnen Elementen müsste danach auch bei den Pflanzen in den Stoffwechsel fallen und die ganze Assimilation bei Thieren. Diese hätten dann keine Assimilation. Es ist deshalb besser die Assimilation nicht dem Stoffwechsel entgegenzustellen, sondern sie als die erste Handlung demselben zu subsumiren, einerlei woher und in welcher Beschaffenheit die Stoffe entnommen werden; zweite Handlung ist die weitre innre Verarbeitung; dritte die Ausscheidung; alle diese auf das Innigste in einander übergehend.

Die zunächst gebildete Kohlenstoffverbindung ist fast immer Stärkmehl; Allium cepa bildet sofort Zucker, die Oelbaumblätter bilden vielleicht Mannit, Musen und Strelitzien Oele. Die Stärke oder die andern ge-

Digitized by Google

nannten Stoffe treten zuerst neben dem Chlorophyll auf. Erzeugt werden sie nur aus der Kohlensäure und dem Wasser unter der Einwirkung des Lichtes. Die vom Lichte geleistete Arbeit ist annähernd zu messen nach dem Verbrennungswerth der im Licht gebildeten Pflanzensubstanz. Die chemischen Vorgänge werden dabei vorwiegend oder allein bewirkt durch Strahlen mittlerer und niederer Brechbarkeit, zwischen Grün und Roth. Der Begriff der chemisch wirksamen Strahlen, wie man ihn von Silbersalzen, Chlorknallgas und andern anorganischen Verbindungen hergeleitet hat, passt also nicht bei Umgestaltung der Kohlensäure und des Wassers zu Stärkmehl und Zucker, welche eine Desoxydation ist, er findet jedoch in den Pflanzen seine Anwendung, wo es sich um sogenannte mechanische Leistungen handelt, welchen Oxydationen zu Grunde liegen. Das Chlorophyll selbst entsteht aus dem Protoplasma. Gelbe Chlorophyllkörper sondern sich im Dunkeln von diesem, aber sie ergrünen erst im Lichte, ebenfalls am meisten im gelben Lichte, und schon bei so geringer Einwirkung, dass dabei Stärkebildung noch nicht stattfindet. Eine bestimmte Wellenlänge 0,0005889 giebt das Maximum der Kohlensäurezersetzung. Bedeutsam ist dabei auch die Menge des gebotnen Materials an Kohlensäure und die Temperatur und die Proportion aller Faktoren. Das Chlorophyll ist stets von Protoplasma begleitet und eine wirksamere Lagerung der Chlorophyllkörner an der dem Lichte zugewandten Fläche der Zellen, Epistrophe, geschieht unter Bewegungen des Protoplasma's. Da in chlorophylllosen Zellen das Protoplasma allein die Epistrophe nicht zeigt, wird wohl auch diese durch das Chlorophyll selbst vermittelt. Bei Lichtentziehung schwindet die Stärke. Mir scheint nicht, dass man darum sagen dürfe, Stärkeauflösung sei Funktion des nicht beleuchteten, wie Stärkebildung des beleuchteten Chlorophylls; ich meine vielmehr, die Auflösung des Stärkmehls als Funktion des Protoplasma ansehn zu sollen, da im Lichtmangel später das Chlorophyll selbst zerstört wird. Die Stärke erst, dann das Chlorophyll schützen das Protoplasma vor Selbstverbrauch, sowie in Thieren das Fett die Eiweisskörper. Dieser Verbrauch geht rascher mit der Temperatursteigerung. In Spirogyra lässt sich der Beginn der Stärkmehlbildung im Lichte nach einer Einwirkung von fünf Minuten nachweisen. Das Protoplasma bildet also im Lichte für grüne Pflanzen einen besondren Körper, das Chlorophyll, aus, welcher bei Steigerung des Lichtes Kohlensäure und Wasser als organische, stickstofflose Substanz zu fixiren und dem Protoplasma darzubieten vermag. Die chlorophyllhaltigen Zellen sind für die chlorophylllosen Zellen derselben Pflanzen, für die chlorophylllosen Pflanzen, welche parasitisch in der lebenden oder in der zerfallenden organischen Substanz sich nähren, und für die Thiere die Bereiter der Kohlenstoffverbindungen. Gebildete Stärke kann sich in Zucker und Zellhäute, Fette können sich durch Zucker in Stärke und Zellhäute umwandeln; Stärke, Zucker, Inulin können ein-

Digitized by Google

ander völlig vertreten. Auch können Fette und Kohlenhydrate im Umlauf durch den Pflanzenorganismus Gerbstoffe, Pflanzensäuren, Farbstoffe als Nebenprodukte liefern. Auf einer solchen Grundlage können, wie oben von den Hefenpilzen gesagt, auch wenn sie sie sich selbst nicht zu bereiten vermochten, chlorophylllose Organismen Proteinkörper bilden, das heisst, sie können aus jenen stickstofflosen Stoffen stickstoffhaltige herstellen. Es geschieht das wohl auch bei chlorophyllhaltigen Pflanzen mehr in einer Gegensätzlichkeit zur Bildung der niedersten Stufen organischer Substanz, einer Gegensätzlichkeit, sei es für den Platz, die Organe, sei es für die Arbeitszeit, besonders mit Rücksicht auf Grad und Art der Lichteinwirkung.

Die Bildung der Eiweisskörper kann verglichen werden der Herstellung von Ammoniaksalzen organischer Säuren; Rochleder meint, dass die Radikale der hoch zusammengesetzten Alkohole fetter Säuren sich am ersten als die Grundlage solcher Stickstoffverbindungen ansehn liessen. Dazu würde die Lieferung von Fettsäuren bei starkem Verbrauch von Proteinkörpern, in der Muskelarbeit, von der andern Seite her passen. Jene fetten Säuren wären dann aus den Kohlenhydraten und Fetten abzuleiten; wie sie in minimalen Mengen entstehn, würden sie sofort aus Ammoniak- oder salpetersauren Salzen den Stickstoff an sich nehmen. Hunt hat auch schon 1848 nachgewiesen, dass Knochenleim annähernd die Zusammensetzung eines Amids der Kohlenhydrate habe, wie man umgekehrt aus Leim Zucker erhalte. Die Erhitzung von Kohlenhydraten mit Ammoniak liefert nach Kekulé unter Wasseraustritt stickstoffhaltige, leimähnliche Substanzen. Dusard erhielt 1856 aus Traubenzucker, Milchzucker, Amidon bei Erhitzung mit wässrigem Ammoniak auf 150° und Fällung mit Alkohol zähe stickstoffhaltige Fäden, die wie Eiweisskörper mit Gerbsäure unlöslich und der Fäulniss widerstehend wurden; ähnlich Stützenberger 1861 aus Dextrin. Der Stickstoffgehalt war immer mindestens etwas kleiner als in den Proteinkörpern. Für die originale Konstitution der Eiweisskörper ist auch die Gegenwart des Schwefels nöthig, der aus schwefelsaurem Kalke entnommen werden kann. Aus der Ablagerung von dabei entstehendem oxalsaurem Kalke in Krystallen in der Umgebung des Phloëms, der äussern Gewebelage am Fibrovasalstrang, glaubt Sachs eine Stelle der Eiweissbildung in den Siebröhren von Gefässpflanzen erkennen zu können. Es ist auffallend, welch' grosse Mengen von salpetersaurem Kali Pflanzen aufnehmen können ohne daran zu Grund zu gehn; dass parasitische, namentlich Schimmelpflanzen den Stickstoff auch aus höhern organischen Verbindungen entnehmen können, ist eher wahrscheinlich.

Die stickstoffhaltigen Körper sind in Pflanzen veränderlich und können aus einander hervorgehn. Der Waizenkleber im Endosperm wird löslich; beim Keimen der Papilionaceen geht nach Pfeffer das in den Kotyledonen reservirte Legumin in höher oxydirtes Asparagin über, welches im

Digitized by Google

Parenchym zu den Organen geführt werden kann. Bei Entwicklung im Licht wird dann das gesammte Asparagin wieder zu Eiweisskörpern regenerirt, Kohlenstoff und Wasserstoff werden wieder aufgenommen, im Sinne des Lebens eine Rückbildung. Pfeffer meint, dass diese Bildung des Asparagins auf einer Abspaltung eines stickstofffreien Körpers beruhe.

Auch Thiere können Albuminate aus den nahe stehenden stickstoffhaltigen Albuminoiden bilden, die meist schwefelfrei sind, Muzin, Glutin, Serizin, Fibroin der Seide, Ceratin, Elastin und aus Stoffen, welche komplizirter sind als Eiweisskörper und zum Theil, wie Hämoglobin, Eiweisskörper als Spaltungsprodukte ergeben; aber sie können keine zusammengesetztern stickstoffhaltigen Körper, Eiweisskörper, aus Kohlenstoffverbindungen und Ammoniak oder der Salpetersäure salpetersaurer Salze zusammensetzen. Umwandlung von Eiweisskörpern und Synthese höher zusammengesetzter aus niedern spielt im thierischen Leben eine grosse Rolle. Die Beschaffung der im thierischen Körper arbeitenden Eiweisskörper geschieht nicht durch direkte Einverleibung unveränderter zugeführter Stoffe im Magen; solche werden erst in Peptone umgewandelt und diese dienen weiter.* Die Eiweisskörper bewegen sich zwischen weniger veränderlichen, Reserve bildenden, Substanzen, die fest, sogar unvollkommen krystallinisch sein können, einerseits und dem wandelbaren beweglichen Protoplasma andrerseits. Dieses aus den verschiednen andern Zuständen herzustellen, haben die Organismen eine sehr verschiedne Kraft und, wie wir die Fähigkeit, die kohlenstoffigen Grundlagen und die stickstoffhaltigen Verbindungen derselben zu gewinnen, bei den Pflanzen ungleich gegeben sahen, so besteht für die Thiere eine ungleiche Fähigkeit in Verwendung verschieden gearteter kohlenstoffiger und stickstoffhaltiger Verbindungen zu ihrer Ernährung. Eines passt nicht gleichmässig Allen.

Soweit an Protoplasma, der beweglichsten Eiweisssubstanz, Reaktionen auszuführen sind, stimmen sie also mit den allgemeinen Reaktionen der Eiweisskörper. Es ist leicht klar, dass dabei die Unbestimmtheit des Begriffs Eiweisskörper erst recht in Kraft bleibt und die geringen Mengen in der Regel eine schärfere Bestimmung des Einzelfalles nicht gestatten. Doch ist die innre Verschiedenheit nachzuweisen. So hat Kühne gezeigt, dass die Substanz einer Amöbe zum Theil bei einer niedern, zum andern Theil erst bei einer höhern Temperatur gerann. Da ausserdem dem fraglichen Eiweisskörper, leicht erkennbar, noch Fette, körnige und anders geformte Substanzen, bei Pflanzen auch Stärkmehlkörner, beigemischt zu sein pflegen, theils solche, die noch einer Oxydation unterworfen werden sollen, theils

* Nachdem man erst gemeint, alles Eiweiss müsse peptonisirt werden, sahen Brücke, Voit und Bauer sowie Czerny es auch ohne das zur Resorption kommen. Fick meinte, das Pepton zerfalle leichter als Eiweiss und ohne organisirte Substanz zu werden; nach Maly und Plosz stellt es jedoch eine vollkommne Eiweissnahrung dar.

Digitized by Google

vielleicht schon durch sie hindurchgegangene, Ausscheidungsprodukte, so kann man aus dem physikalisch-chemischen Verhalten mit vollem Grunde die Vorstellung bilden, es seien im kleinsten Protoplasmaklümpchen die Bedingungen zu ähnlichen Prozessen und Endergebnissen vorhanden, wie sie der Stoffwechsel ganzer grösserer Organismen zeigt.

Von den physiologischen Erscheinungen am Protaplasma ist die Bewegung am meisten behandelt worden und es wurde oben mehreres hierher Gehörige berührt. Hartig hat die Strömungen durch Zusammenziehung peripherischer Theile, welche von dem passiv Bewegten zu unterscheiden unmöglich sei, geschehn lassen und Brücke meinte, Protoplasma fliesse nicht, sondern schwelle in fortrückenden Wülsten an. Das setzt nur formveränderliche Rinden an Stelle aufgegebner formveränderlicher Häute, in welchen übrigens das Besondre des Zustandekommens eben so unbekannt bleibt, als wenn die ganze Masse in Betracht kommt. Kühne hat sich besonders mit dem Vergleich des Protoplasma's verschiedner Herkunft und der Muskelsubstanz beschäftigt. Der Begriff der Kontraktilität für solche Substanzen ist genommen von der Muskelaktion im Sinne einer Verkürzung mit Verbreiterung. Die Vorarbeiten über den Muskel selbst ergaben 1859, dass die als Kontraktion verstandne Leichenstarre veranlasst sei durch eine Gerinnung, identisch mit der durch Wärme, welche nach frühern Erfahrungen in mässigerer Anwendung die Muskelaktion vermehrt. Der Dunst von Ammoniak veranlasse wulstige Erhebung, welche Kontraktion bedeute. Die Kontraktion geschehe auf gewisse physikalische und chemische Einwirkungen, welche schliesslich zerstören, und sei so zu denken, dass Flüssigkeitstheilchen ihre Stelle verlassen, um nach Aufhören der Kraft, die sie in eine neue Lage versetzt hatte, sich in der Art zu ordnen, wie sie dem Gewicht nach liegen müssen, nicht nothwendig so, wie sie vorher waren. Die durch chemische Umändrung eintretende Gerinnung fixire dann die Lage. Anfangs meinte Kühne die Bewegung der Amöben oder der Sarkode Dujardin's damit ganz gleich auffassen zu sollen. Die Behandlung von Amöben aus Seewasser mit Reizen, die den Muskel in Kontraktion tödten, Induktionsstrom, verdünnter Salzsäure, Rhodankalium, ergab jedoch nicht die entsprechenden Wirkungen. In einigermassen konzentrirten Alkalien stellten die Amöben die Bewegungen rasch ein und lösten sich auf. Bei Erhitzen auf + 35° R. erstarrte die Sarkode wie der wärmestarre Muskel. Die Fäden der Rhizopoden verhielten sich wie die Amöben. Auf Monaden, Vibrionen, Gregarinen wirkte der Induktionsstrom nicht. Eigentliche Infusorien starben nicht bei + 35° R., aber bei Induktionsströmungen. Der Stiel der Vortizellen wurde bei + 40° todtenstarr und verhielt sich gegen den Strom wie ein Froschmuskel. Kühne glaubte schliessen zu dürfen, vom Menschen bis zu den Infusorien sei eigentliche Muskelbewegung vorhanden, es sei jedoch davon die Bewegung der Sarkode,

Digitized by Google

der Wimperhaare, der Samenfäden durchaus verschieden. 1864 stellte jedoch Kühne eine Gleichartigkeit der ungeformten kontraktilen Elemente in niedern Thieren, Sarkode und Pflanzenprotoplasma mit den geformten kontraktilen Substanzen fest, namentlich gleiches Wesen aller dieser in spontaner Koagulation nach Aufhören der Bewegungserscheinungen, nach elektrischer Reizung und bei einer im Vergleich zum Gerinnungspunkt andrer Eiweisskörper auffallend niedrigen Temperatur, für die verschiednen Arten der Untersuchungsobjekte ungleich, sich bewegend zwischen 35—50° C., die Gerinnung im Muskel dabei herrührend von freier Säure. Die Amöben des süssen Wassers stimmten dazu besser. Sie nahmen nach Induktionsströmen Kugelgestalt an, gerannen dann und platzten. 35° C. ertrugen sie nur vorübergehnd, gingen in 1°/₀ Lösungen von Kochsalz und Alkalien zu Grunde mit Gerinnung nach vorausgegangner lebhafterer Bewegung. Wasserstoff machte vorübergehend starr, Kohlensäure dauernd leblos, wobei junge eingeschlossne Brut erhalten blieb. Bei Actinophrys Eichhornii aus einer durch ihre mehr ständigen Strahlen von den gewöhnlichen Rhizopoden abweichenden Gruppe wirkte der Induktionsstrom, indem er die Pseudopodien zurücktrieb, die später wiederkehrten. Solche Einwirkungen von Chemikalien, welche der Zerstörung vorausgehn, nannte Kühne chemische Reizbarkeit des Rhizopodenplasma. Die Gifteinwirkungen, welche Schultze mit Veratrin und Strychnin erhalten hatte, rühren nicht allein von der alkalischen Qualität her; Aether und Chloroform machten auch Gerinnung und die Wärmestarre trat bei + 45° C. ein. Die koagulirte Masse zerfiel bei Druck zu festen Stückchen und Körnchen. Die physiologische Beweglichkeit der Amöben scheint mir auffällig abzuhängen von ihrem augenblicklichen Zustand, für welchen Verschiedenheit, wie ersichtlich an Beimischung geformter Körner u. dgl., so auch angenommen werden muss für das durchsichtige Protoplasma. Gut gefütterte Amöben sind träge, solche, welche wenig Moleküle enthalten und sehr zart erscheinen, senden am lebhaftesten Fortsätze aus und theilen diese am meisten in Aeste. (Fig. 5 pag. 63.)

Weil Flimmerhaare zum Plasmakörper gehören, sind auch die Versuche über Einfluss der Gase auf deren Bewegung hier zu erwähnen. Wie Protoplasma wurden sie unbeweglich, wenn man den Sauerstoff abschnitt; bei der geringsten Zufuhr desselben kam die Bewegung zurück. Die Flimmerhaare entnahmen den Sauerstoff auch Körpern, an die er gebunden war, so dem Oxyhämoglobin, dem Sauerstoff führenden Blutfarbstoff. In einer mässig mit Kohlensäure geschwängerten Atmosphäre stand die Bewegung; neutralisirte man aber durch einen Strom kohlensauren Ammoniaks, so blieb sie im Gange. Jener Stillstand, eine Säurewirkung, kam auch durch Essigsäure zu Stande. Das kann vielleicht auch bedacht werden bei Virchow's Anregung der Flimmerbewegung oder Kölliker's Belebung der Spermatozoen durch Alkalien. Kohlenoxydgas hemmte die Bewegung nicht.

Digitized by Google

Hofmeister hat eine Theorie der Protoplasmabewegung für Pflanzen aufgestellt. Das Thatsächliche der Untersuchungen war Folgendes. Eine Schicht Protoplasma lässt ähnlich diffundiren, wie eine thierische oder pflanzliche Membran oder deren oben beschriebne Nachahmung mit verschiednem Verhalten gegen verschiedne Flüssigkeiten und Lösungen; sie weist, namentlich so lange das Protoplasma unverändert ist, Farbstoffe zurück. Die Imbibitionsfähigkeit kombinirt sich mit Bildung von Vakuolen bis zum Platzen. Man könnte sagen, die Imbibition wird durch das Eintreten der Flüssigkeiten bei einer gewissen Spannung in diese Binnenräume in Schranken gehalten. Hofmeister nimmt dabei an, dass in der Vakuole eine Protoplasmamasse enthalten sei, deren Dichtigkeit sich so verringre, dass sie sich von der dichtern Rindenschicht trenne; es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass diese Flüssigkeit immer dem Protoplasma zugerechnet werden könne; der Begriff Protoplasma würde dabei allen Halt verlieren. Nach Kleinenberg scheint sie bei Hydra fast klares Wasser zu sein. Das Protoplasma kann sich nach Aussen und gegen die Vakuolen verdichten. Flüssigkeitsentziehung mindert Imbibition und Vakuolen und so das Volumen; Flüssigkeitszutritt bedingt Zunahme, so dass Hofmeister bei Pollenmutterzellen den kubischen Inhalt einer Protoplasmakugel sich um das mehr als Zweiundeinhalbfache vermehren sah. Macht man Flüssigkeitsentziehung durch weiter nicht schädliche konzentrirte Lösungen, so verliert sich die Fähigkeit, sich wieder auszudehnen, erst allmählich. Das Protoplasma ändert sein Imbibitionsvermögen leicht; schon auf gesteigerte Zufuhr frischen Wassers verdichtet es sich, gerinnt und wird bei stärkeren Schädlichkeiten körnig, vielleicht in pektöser Umwandlung. Ausdehnung und Zurückziehung in ungleichem Effekt bedingen die Oberflächengestaltung und das Wandern der Masse. Durch Erschütterung, Druck, elektrische Schläge, starken Temperaturwechsel, Wechsel der Konzentration umspülender Flüssigkeit werden die Bewegungen aufgehoben oder so verändert, dass die Massen sich ziemlich kuglig zusammenziehn. Die Bewegungen geschehn bei verschiednen Pflanzen mit ungleicher Schnelligkeit und erlöschen in verschiednen Gränztemperaturen nach Oben und Unten. Sie können so lebhaft werden, dass das Protoplasma wie in Strömen zu fliessen scheint. Die innern Ströme greifen, wie das Engelmann 1867 für Hornhautkörperchen bestätigte, nach rückwärts um sich, können also nicht von einem Drucke a tergo, durch Zusammenschnüren, herrühren.

Hofmeister begründet das Zustandekommen aller Arten von Bewegung am Protoplasma auf Verändrung des Imbibitionsvermögens. Er hält dafür unerlässlich die Annahme einer Organisation des Protoplasma's, wie auch Brücke in der Zelle einen Organismus von verborgner Architektonik sah. Hierbei legt er, Nägeli folgend, zu Grunde die Vorstellung der molekularen Konstitution von Lösungen und Quellungszuständen dahin, dass

Digitized by Google

jedes Molekül fester Substanz von einer Hülle von Flüssigkeit umgeben sei. Wenn bei verringerter Imbibitionskapazität die Flüssigkeitszone abnimmt, so rücken die Moleküle näher an einander und umgekehrt. Hofmeister sagt dann, wenn ein Molekül mit abnehmender Wasserkapazität an eins mit zunehmender gränze, so folge eine Annäherung. Das gilt nur, wenn Abnahme beim einen und Zunahme beim andern eine Vermehrung der Differenz mit sich bringt. Bei gleich grossen Flüssigkeitszonen haben die Moleküle die bei Vertheilung einer gegebnen Menge Flüssigkeit an eine gegebne Zahl von Zentren grösste mögliche Distanz. Ueberhaupt scheint die Einführung von Molekülen mit Flüssigkeitszonen in die Betrachtung, also Gegensetzung von zwei Substanzen in Theilchen, für deren formale Vorstellung durch die Beziehung von Durchmesser und Masse schon gewisse Postulate gegeben sind, mit der Annahme der Raumverschiebung, zunächst nur für die flüssigen, schwierige, unbeweisbare, unnöthige und unwirksame Bedingungen mit sich zu bringen. Leichter, weil von dem Postulate gestalteter Theile frei, wäre eine Vorstellung einer einheitlichen Flüssigkeit, in welcher die festen Moleküle ihre Stellung veränderten, wobei dann durch die veränderte Anziehung dieser die Form des Ganzen verändert würde. Aber die Unterscheidung von Molekülen ist auch da unnütz. Wenn wir den Vorgang beschreiben als Theilanziehung, deren Auftreten als Kohäsion gleicher oder als Adhäsion verschiedner Substanzen von dem jeweiligen örtlichen Zustande abhängig ist, kommen wir genau eben so weit. Die Theilanziehung und die ihr entgegenstehnden Widerstände verändern sich mit der Konstitution der Protoplasmamasse oder der der Umgebung, sie können für verschiedne Theile ungleich sein und sind das wohl in der Regel. Die Anziehung verhält sich ebensowohl ungleich in Beziehung auf die Flüssigkeiten, in welchen sich der ganze Klumpen befindet, oder welche an ihn herantreten, oder in ihm liegen, als innerhalb der Masse.

Wenn wir uns in der Beschreibung darauf beschränken, brauchen wir den Aggregatzustand des Protoplasma, der die Autoren mehrfach beschäftigt hat, nicht zu bestimmen. Brücke hatte 1861 gesagt, der Aggregatzustand des Zellenleibes sei weder fest noch flüssig, auch reiche der Ausdruck nicht, er sei gemischt. Wenn man ihn gallertig oder sulzig nennen wollte, so sei das nicht zutreffender, als wenn Kinder eine Qualle so nennten, weil sie deren Bau nicht kennten. Häckel stellte 1866 für organische Stoffe einen neuen Aggregatzustand auf, den festflüssigen oder gequollnen, und er hielt denselben für die Erklärung der Lebenserscheinungen von äusserster Wichtigkeit. Derselbe gehe ebensowohl in den festen als den flüssigen untrennbar über.

Unsres Erachtens kann man für das unsichre Gemisch, welches im lebenden Protoplasma gegeben ist, von einem bestimmten einheitlichen Aggregatzustand überhaupt nicht reden. Flüssigkeiten verschiedner Konstitution

oder Sättigung, durch Gerinnung fest werdende und wieder sich lösende Substanzen, weitre beigemischte Bestandtheile haben in sich und gegen die umgebenden Medien so ungleiche und wechselnde Kohäsionen und Adhäsionen, dass sie mit ganz ungleicher Energie eine bestimmte Gestalt behaupten, auch in einem Theil als stützende Gerüste in einem andern als vollkommne Flüssigkeiten erscheinen können. Bald sind die Substanzen mischbar, bald nicht, bald gleich oder nahezu gleich, bald verschieden in spezifischem Gewicht. Alles das veränderlich bedingt Verändrung der Lagentheilchen, Abgabe und Aufnahme von Flüssigkeiten gegen die Umgebung, Gestaltverändrung. Wir leugnen nicht, dass das hier Geschehende für die Theorie der Aggregatzustände mit in Rechnung genommen zu werden verdiene, aber die Zusammenfassung in einem besondern Aggregatzustand wird kaum eine Lösung genannt werden können.

Wir haben uns die Bewegungen des Protoplasma zunächst so zu denken, dass zwischen einem lebenden Protoplasmaklumpen und der Umgebung eine Wechselwirkung besteht, für welche meist die Bewegung des Protoplasma der einzige Beweis ist. Das komplizirt sich dadurch, dass durch die Wechselwirkung der Protaplasmakörper selbst zugleich ein andrer wird und sich gegen auf ihn Wirkendes anders verhält als zuvor. Die Effekte gliedern sich, weil der Klumpen keine einheitliche Masse ist, oder doch nicht bleibt. Jedes Theilchen tritt den andern in gewisser Weise als Aussenwelt gegenüber. Die Wechselwirkungen bedingen in verschiedner Form Bewegung, Verschiebung der Massentheilchen, wie in der anorganischen Natur, wie z. B. Wärme Strömungen in Luft oder Wasser erregt.

Das in Einzelnes zu zerlegen ausser Stande, fassen wir das Ganze als besondre Eigenschaft des Protoplasma's, als Kontraktilität zusammen. Wir begreifen darunter, dass Substanzen auf sonst merkliche oder sonst nicht merkliche, durch die Einwirkung der Theile auf einander in der Substanz autogon entstehende, Einflüsse vorzugsweise durch Formverändrung reagiren, welche sich wieder durch ebenso autogone Bedingungen begleichen kann. In Ermanglung merklicher äussrer Einflüsse für den Augenblick nennen wir die Bewegung spontan.

Die Analyse des Begriffs Leben, der früher und allgemeiner gebildet wurde, als man ihn aufzulösen versuchte, ergiebt, dass Nachweis des Lebens nur durch Zustandsändrungen erbracht erachtet wird, welche offenbarer oder versteckter Bewegung sind. Leben ist nicht ohne Bewegung; Bewegung ist aber nicht überall Leben.

Die Auflösung in Theile ist eine Bewegungsform protoplasmatischer Massen. Bei den locker zusammenhängenden, in Flächenausbreitung netzartig verästelten Myxomyceten kann ein künstlicher Reiz, der andre Protoplasmamassen im Ganzen der Kugelform zu nähern pflegt, sie zusammenschnurren lässt, Theile sich einzeln zusammenziehn machen. Auch in

Digitized by Google

andern Fällen kann ohne Zutreten von weiterm Besondern solche einfachste Theilung als Form der Individuenvermehrung erscheinen. Eine Lagenveränderung der Theile macht den Beginn und führt durch Abschnürung zur Fortpflanzung. In der Regel freilich verknüpft sich ein solcher Vorgang mit weitern Erscheinungen und es erhält die Fortpflanzung dadurch eine bestimmte Ordnung.

Der gewöhnlichste Anlass zur Ablösung von Theilen oder Gehen in Theile ist Massenvermehrung; grade die Protoplasmamassen der Pflanzen beweisen diesen Zusammenhang. Dass verschiedenartige Protoplasmamassen in Beziehung darauf, wie lange sie einheitlich zu bleiben und wann sie sich zu theilen pflegen, sich verschieden verhalten, ist sehr annehmbar. Wie neben der Quantität äussre Umstände einwirken, so ist auch die Qualität in Rechenschaft zu ziehn. Die Steigerung eines Faktors kann den andern ergänzen. Für die Entstehung der ersten formalen Verschiedenheiten konnte das von Bedeutung sein. In Bathybius und Eozoon ist eine solche Auflösung der anwachsenden Individuen vielleicht kaum gegeben und gegeben gewesen oder die Möglichkeit ihres Eintretens ist doch eine wenig merkliche Eigenschaft; die in der Qualität und Quantität der Substanz dafür gegebnen Bedingungen sind unbedeutend gegenüber den sogenannten zufälligen Umständen. Unter den äussern Umständen, welche Gehen in Theile an einem protoplasmatischen Körper veranlassen, ist von besondrer Bedeutung die Einwirkung der Spermatozoiden in ihrem Effekte auf den Eikörper.

In gewissem Sinne kann eine Vermehrung der Individuen schon bei einer unvollständigen Trennung der Theile gefunden werden. Wenn Protoplasmamassen Ausscheidungen bilden, welche ihnen nicht mehr zugerechnet werden, mögen diese Membranen, Schalen, Grundsubstanz, Interzellularmasse heissen, so kann bei Trennung der Protoplasmakörper ein Zusammenhang durch jene erhalten bleiben. Sind Schalenwände, Membranen, Zwischenzellsubstanzen von Löchern oder Kanälen durchbrochen, so können auch Verbindungen des Protoplasma's voran bestehn, während doch Trennung und Selbstständigkeit der einzelnen Portionen desselben auffälliger ist.

Einen weitern Ausdruck für die Motive solcher Theilung zu geben, als dass die Kohäsionsverhältnisse durch die Massenzunahme oder durch andre physikalische und chemische Verändrungen verändert worden seien, ist nicht möglich.

Die dabei berührte Massenzunahme, denkbar ohne den Effekt der Theilung, geschieht bei organischen Körpern in der Art, dass sie aus in der Zusammensetzung ihnen nicht Gleichem etwas ihnen Gleiches herzustellen vermögen. Das pflegt man auszudrücken durch den Satz: „Organische Körper haben die Eigenschaft, sich zu ernähren“, und setzt das als allgemeinste Eigenschaft an erste Stelle. Da lebendes

Digitized by Google

Protoplasma und alle höhern organischen Bildungen nicht etwas Einheitliches darstellen, kann es sich nur darum handeln, dass aus den in Berührung gekommnen Substanzen etwas ausgewonnen werde, was in die Reihe der in jener Masse zulässigen oder verwendbaren Verändrungen hineinfällt, oder dass sich den Bestandtheilen des Protoplasma oder der höhern Elemente etwas Gleichartiges geselle, oder dass Protoplasmakörper und andre organische Theile die Stelle, die Gelegenheit abgeben, wo solche dienliche Verbindungen aus vorher Getrenntem hergestellt, oder aus weitern Verbindungen entnommen werden.

Auch für dieses Zugesellen von Stoffen und Wachsen ist die Beobachtung unter grössern Verhältnissen, an zusammengesetzten Körpern und in längern Zeiten, für das Verständniss des im Kleinen, in den Elementen, im Augenblicke Geschehenden maassgebend gewesen. Das Verständniss der Ernährung und des Stoffwechsels verdanken wir vorzüglich Liebig. Nachdem Mulder 1837 die Proteinkörper aufgestellt hatte, war die Bedeutung stickstoffhaltiger Nahrung und, weshalb stickstofflose das Leben nicht erhalten konnte, der Rechnung näher gelegt. Liebig und seine Schule gaben in der genauern Erkenntniss der Eiweissstoffe in Pflanzen die Grundlage für das Verständniss der Ernährung der Thiere aus Pflanzen. Dem liess Liebig 1842 die Lehre folgen, dass das Fett der Thiere nicht einfach aus den Pflanzen entnommen, sondern aus andern stickstofffreien Pflanzentheilen, Stärkmehl und Zucker, und, da erstres durch den Speichel in letztern verwandelt wird, nur aus letzterm, durch ein Leberferment gedildet werde. Auch die Bedeutung der Salze für die Ernährung, obwohl man solche als nothwendig kannte, war vor Liebig noch so gering, dass Schrader, Einhof, Braconot die mineralischen Bestandtheile noch von den Organismen erzeugt dachten. So entwickelte erst Liebig die zusammenhängende Lehre, die Pflanzen bilden unter Einwirkung der Wärme und des Lichts aus den binären, im Wasser und in der Luft enthaltnen Verbindungen, Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, nebst den Salzen die höhern organischen Verbindungen; die pflanzenfressenden Thiere nehmen diese zur Nahrung, sie wandeln Pflanzenalbuminate in Thieralbuminate, die stickstofffreien Kohlenhydrate, Fett, Amylon, Zucker in thierisches Fett und durch ihren Lebensprozess zerfallen die höhern Verbindungen wieder in binäre. Die Kraftäussrungen der Thiere werden lediglich gegeben durch Organe, in denen die stickstoffhaltigen eiweissigen Körper vorherrschen; diese zugeführt sind also Krafterzeuger, plastische Nahrungsmittel; die Kohlenhydrate, welche nicht Organe bilden aber besonders geeignet sind, sich beim Athmen zu oxydiren, sind Respirationsmittel, Wärmeerzeuger. Sein Satz, dass die ganze thierische Wärme Verbrennungswärme sei, focht sich in wenig Jahren gegen die aus den experimentellen Schwierigkeiten und Mängeln erwachsenden Einwände durch.

Digitized by Google

So wurde, abgesehen von den Modificationen dieser Lehre, die elementare Basis gegeben, dass lebende Körper zwar Zusammensetzungen besondrer Art enthalten, aber, und heute erscheint das ganz des Beweises entbehren zu können, so verbreitet ist dessen Annahme, dass in ihnen weder andre Grundstoffe sich finden als im Anorganischen, noch neue Mengen von solchen entstehn; dass Nichts in ihnen gebildet werden könne, welches nicht aus dem Empfangnen abzuleiten sei. Man kann aus dem somit im ganzen Stoffwechsel grössrer Organismen Geschehenden schliessen, dass Protoplasma wachse, indem es aus umgebenden, eindringenden, umschlossnen, tropfbaren und gasförmigen Flüssigkeiten und durch deren Vermittlung aus festen Körpern sich Bestandtheile aneigne, die theils Verluste ersetzen, theils darüber hinaus effektiven Zusatz geben können. Der oben geschilderte Vorgang der Bereitung ersten organischen Materials durch Pflanzen zeigte, dass Chlorophyll und Protoplasma, welches Chlorophyll durch Absonderung und Umwandlung von Protoplasmatheilen entstand und welches Protoplasma im Anfange des individuellen Lebens der Pflanze mitgegeben oder durch Umwandlung andrer Eiweisskörper hergestellt wurde, durch ein Zusammenwirken, wobei vielleicht ein Chlorophyllkorn als ein Organ des Protoplasma angesehn werden darf, zunächst Kohlensäure und Wasser in Stärkmehl umwandeln, welches dann unter gewissen, besondrer Untersuchung zu unterbreitenden, Umständen an andre Stellen geführt und in Umwandlung zu Zucker oder weiter organischen Säuren mit Ammoniaksalzen zusammentritt, endlich, allerdings wie es scheint nur in Berührung mit Eiweisskörpern, neue Mengen von Eiweisskörpern darstellend. Lange ehe man von solchen Einzelnheiten etwas wusste, ist, im groben Ganzen, das Wachsthum organischer Substanz 1796 von Reil für das ganze Thier, 1866 von Häckel um so mehr für die Anfangsorganismen, die Moneren, mit Krystallisation aus Mutterflüssigkeiten verglichen worden. Der Unterschied läge nach Häckel nur im Aggregatzustand, indem beim Krystall in erster Anlage wie bei weitrer Ueberführung von Mutterlauge in den Körper das Wasser, soweit es überhaupt eintritt, dem festen Aggregatzustand sich nicht in den Weg stellt, weil es chemisch gebundnes Krystallwasser ist, beim Moner dagegen durch das aufgenommne Wasser überall der „gequollene, festflüssige Aggregatzustand“ eintritt. Reil hat „die Anziehung thierischer Materie nach den Gesetzen chemischer Wahlverwandtschaft“ damit verglichen, dass aus einer Auflösung von Salpeter und Glaubersalz das eine oder andre Salz auskrystallisire, je nachdem man vom einen oder andern einen Krystall einlege. Häckel hat das als ein „Analogon des organischen Wachsthumprozesses in der anorganischen Natur“ bezeichnet. Auch Schwann hatte darin, dass zur ersten Bildung einer Zelle eine gesättigtere Lösung nothwendig sei als zum Wachsthum einer schon vorhandnen,

Digitized by Google

was er sich übrigens nur statuirte, wie bei Krystallisation eine gesättigtere Lösung zum Anfang als zur Fortsetzung, eine Uebereinstimmung gefunden. Alle diese Vergleiche treffen nicht, dass die Organismen, wie das schon Schwann eingewendet hat, eine neue Zusammensetzung der in andern Verbindungen steckenden Grundstoffe zu geben haben. Die Anwendung wäre übrigens zu erweitern, weil die lebende Substanz überall vielfältig und gemischt ist aus in Art und Menge veränderlichen Bestandtheilen, ohne dass, wenn nur gewisse Gränzen eingehalten werden, die Eigenthümlichkeit der Erscheinungen, die wir Leben nennen, sich verlöre; weil also, in einer organischen Substanz eine Summe von Wirkungen neben einander und nacheinander vorkommen, jede einzeln vergleichbar der eines Krystalls in einer Lösung, die Gelegenheit zum Wachsthum bald an der einen, bald an der andern Stelle bietend. Alles das aber gälte nur, wenn die organische Substanz Gleichartiges in den Lösungen zur Verfügung hätte und dieses arrogirte. Das ist jedoch durchaus nicht der Fall. Die niedrigsten Organismen, nackte Plasmodien und einzellige Algen, müssen sich ihr Plasma machen, nicht solches anziehn; Stärkmehlkörner wachsen in Flüssigkeiten, die keine gelöste Stärke enthalten. Alles Wachsthum, auch das der Pflanzen, ist an Oxydation gebunden, es findet nur statt bei Durchtränkung der wachsenden Theile mit Luft, stets mit Kohlensäureentwicklung und Wärmeerzeugung. Organisches Wachsthum ist also nie einfache Arrogation gleichwerthiger vorhandner Theilchen. Wir kommen dem Geschehenden etwas näher, wenn wir aus einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd und essigsaurem Kalk, in zur Bildung des Doppelsalzes geeignetem Verhältniss, einmal einfach die beiden Salze, dann unter Einlegung eines Krystalls des Doppelsalzes dieses auskrystallisiren lassen. Hier wird durch den gegebnen Krystall eine Zusammenordnung bedingt, nicht nur eine Entnahme.*) Aehnliches könnte ein Theilchen organischer Substanz leisten. Es ist jedoch, wenn wir sehn, dass Chlorophyll die Stärkmehlbildung zu Stande bringt, auch weiter denkbar, dass überall eine Substanz nicht durch Anziehung und Einwirkung Bildung von ihres Gleichen bewirke, sondern die von etwas Anderm, welches erst wieder durch weitre Umstände zu jenem wird, oder das nicht thut. Schliesslich darf man, da wir weder in der organischen Substanz etwas für die innre Einheit dem Krystall Vergleichbares, noch in der Umgebung, aus welcher die Nährstoffe genommen werden, etwas der Lösung der organischen Substanz Entsprechendes, noch endlich im Vorgange der Ernährung ein direktes Ausgewinnen des Gleichen haben, den Vergleich der Ernährung organischer Körper mit dem Krystall in Lösung nicht über das Allgemeinste hinausführen, dass nämlich in beiden Fällen Gegenwart ge-

*) Nach den Untersuchungen von Marignac übt die etwaige Tendenz zweier Salze ein Doppelsalz zu bilden keinen Einfluss auf ihre Diffusionsfähigkeit aus, was dafür spricht, dass das Doppelsalz in der Lösung nicht schon gebildet ist.

Digitized by Google

wisser Körper nach chemischer Beschaffenheit oder Form Herstellungen, welche nach Gestalt, Zusammensetzung und Ort der Bildung bestimmt sind, begünstige oder überhaupt allein zu Stande kommen lasse. Dass die erste Arbeit für Assimilation wesentlich eine Einwirkung des Lichts auf Kohlensäure ist, lassen wir dabei deshalb ausser besondrem Betracht, weil sie nur unter den durch jene Körper gegebnen Bedingungen zu Stande kommt, und diese zu untersuchen die Aufgabe ist. Die Wichtigkeit jenes Hauptsatzes tritt übrigens um so mehr hervor, weil nach Aufhören der Lichteinwirkung und, wo die besondern Einrichtungen sie zu ermöglichen fehlen, das Gegentheil der Assimilation, der Massenzunahme, der Verbrauch, auftritt, wenn auch theilweise verhüllt, durch den Umsatz, die Wandlung zu in andrer Beziehung lebensthätigeren Substanzen. Die Beschaffenheit organischer Körper, chemische und physikalische, stellt also Bedingungen einerseits für Aufbau, andrerseits für Verbrauch organischer Substanz in gewisser geordneter Weise.

Dafür muss die Eigenthümlichkeit der in lebenden Körpern vorhandnen und wirkenden Verbindungen, dass dieselben nämlich gewöhnlich sehr hohe Atomzahlen haben und in der Regel in Reihen von vielen Gliedern stehen, von denen die einander nächsten sehr wenig verschieden sind, in Betracht gezogen werden. Die Uebergänge von einer Verbindung zur andern können auf sehr geringe Anstösse eintreten und sind sanft. Auch der durch Vorhandensein einer Verbindung für weitre Bildung geübte Einfluss wird bei dem leichten Wechsel der Verbindungen wenig stark und bestimmt, mehr den Umständen nach verschieden sein; die im Gange befindlichen Prozesse werden nicht streng entweder sich grade so fortsetzen oder abbrechen müssen, sondern sich in leichteren Modifikationen bewegen können.

Fechner hat in seinen Ideen zur Schöpfung und Entwicklungsgeschichte der Organismen, auf welche überhaupt nur aus den Eigenschaften in Rückschluss gefolgert werden kann, unbefriedigt von der Meinung, dass Organismen sich nur durch die besondre chemische Konstitution und den festflüssigen Aggregatzustand unterscheiden sollen, das Abweichende aus den innern Bewegungszuständen abzuleiten versucht. Während die Theilchen der Moleküle anorganischer Substanz oder anorganischer Zustände Schwingungen machen zwar von verschiedner Amplitüde aber nicht mit Aendrung der Vorzeichen gegen die Nachbartheilchen, sollen die Theilchen organischer Moleküle sich in Kreisbewegungen und verwickelteren befinden, wodurch sie die gegentheilige Lage fortwährend wechseln und verkehren. In Wachsthum und Entwicklung sollen die aufgenommnen anorganischen Moleküle in diese komplizirtere Bewegung mit eintreten, ohne damit die Lebenserscheinungen wesentlich zu alteriren, während aus der blossen Wechselwirkung anorganischer Moleküle erfahrungsmässig Zustände mit dem Charakter der Lebenserscheinungen nicht hervorgehn. Es ist ihm also der

Digitized by Google

Bewegungszustand, nicht die Konstitution oder der Aggregatzustand, das Fundamentale des Organischen. Ein kosmorganischer Urzustand habe sich im Anorganischen der Stabilität genähert, während das für die Organismen wegen ihrer komplizirtern Abhängigkeit von der Aussenwelt viel schwerer werde, so dass sie dahin nicht zu streben scheinen. Man hätte also keinen Aufbau des Organischen aus dem Anorganischen sondern ein Sinken des Organischen, bunt bewegten, zum Anorganischen. Eine solche Vorstellung würde übrigens, wie es scheint, die Modifikation ertragen, dass bei einer gesetzten kosmischen Verändrung der Zustände im Ganzen zur Herstellung des Stabilen, in einer Richtung, die man die absteigende nennen möchte, doch für Einzelnes die entgegengesetzte Richtung genommen sei und genommen werde, so dass innerhalb der unruhigen bewegten organischen Materie nicht überall und in jedem Augenblicke die Verhältnisse eher vereinfacht werden müssten, vielmehr für Einzelnes Differenzirung und Komplizirung möglich bleiben. Im Ganzen scheint die Vorstellung wesentlich dem Ausdruck geben zu sollen, dass die Vielheit der Vorgänge in der organischen Materie zu einer Einheitlichkeit für die einzelnen Fälle verbunden ist.

Wie von Fechner die Theorie des Organischen in Verbindung gebracht wird mit dessen anfänglicher Entstehung, so hat andrerseits Charlton Bastian, ein englischer Arzt, dessen Versuche über Abiogenesis 1872 Aufsehn erregt haben, an diese Experimente, jetzt aus todter Substanz lebende Wesen zu erzeugen, eine naturphilosophische Untersuchung geknüpft. Auf die Versuche selbst kommen wir an andrer Stelle zu reden. Bastian definirt den lebenden Gegenstand als eine unbeständige Anordnung von Materie, fähig durch Auswahl und interstitiale Aneignung neuer Materie, welche dadurch gleiche Eigenschaften annimmt, zu wachsen, ihre Zusammensetzung entsprechend den Aendrungen der Medien, in denen sie lebt, zu ändern und fähig, vermittelst Abtrennung von Theilen ihrer eignen Substanz durch eigne Thätigkeit sich zu vervielfältigen. Indem er glaubte, die Entstehung von Organismen in Flüssigkeiten verschiedner Zusammensetzung, sogar Lösungen gänzlich anorganischer Stoffe, in welchen alle etwaigen Keime getödtet und neue am Eintreten gänzlich behindert gewesen seien, nachgewiesen zu haben, meinte auch er, Materie sei nicht a priori organisch oder anorganisch, sondern der letztre Zustand entferne nur die ihm anheimfallende Materie aus dem Bereiche einer dynamischen Entwicklung und führe sie einem statischen Verhältnisse entgegen. Die Statik sei erreicht im Krystall, der sich aus sich selbst nicht mehr ändern könne. Sein einziges dynamisches Element, ihn mit dem Organischen enge verknüpfend, sei aus passenden Flüssigkeiten homogene Theile anzuziehn. Dem gegenüber stehe der dynamische Zustand der Kolloide, von denen wir bei den Zellimitationen Traube's sprachen. Die Veränderlichkeit dieser, wahrscheinlich Folge der grossen Moleküle, lasse sie meist einer fortwäh-

Digitized by Google

renden Metastase unterliegen; sie werden in den wässrigen Lösungen wenig festgehalten und sind ziemlich indifferent, im chemischen Verhalten als Säuren oder Basen zu fungiren. Da die wichtigsten plastischen Bestandtheile der Organismen zu dieser Gruppe gehören, könne man in ihnen den Ausdruck des Organischen finden. Ein absoluter Unterschied bestehe nicht; namentlich vermittelt die Kieselsäure, welche, wie die bestimmtesten Krystalle, auch amorphe Gallerten bildet. Auch könne man, statt dass sich unlösliche Verbindungen bei chemischen Reaktionen meist amorph niederschlügen, diesen durch sehr langsames Vorgehn eine so gute Krystallform geben, wie die, unter der man sie in der anorganischen Natur fände. Die Moleküle der Kolloide seien, in fortwährendem Wechsel ihrer Beziehungen und Stellungen, komplizirterer Verkettungen fähig, als sie früher vorhanden waren, des komplizirten Aufbau's zum effektiven Organismus, in welchem dann die Dynamik in vollste Wirksamkeit tritt. Dánach geht Bastian ein auf die merkwürdige Eigenschaftendifferenz der die organischen Körper bildenden Grundstoffe, des chemisch stark wirkenden Sauerstoffs und Wasserstoffs und des trägen Stickstoffs und Kohlenstoffs, die drei ersten gasförmig, der letzte mit einer in der grössten Hitze den festen Aggregatzustand nicht aufgebenden Atomverbindung, woraus die wechselndsten Eigenschaften der Verbindungen, die nach Tausenden zu zählen sind, a priori erschlossen werden können. Sei aber das Heranbilden organisirbarer Materie zu organisirter nichts als Folge des Umsatzes physikalischer Kräfte, chemischer Kombination, so müsse man, wenn man die Bedingungen fände, Leben jeden Augenblick schaffen können, wie einen Krystall. Durch alles das ist auch nur dem Nichtablaufen und der Vielheit komplizirter Vorgänge in der organischen Materie Ausdruck gegeben.

Wenn die Ernährung der organischen Substanz neue Elemente zuführt, so treten solche mit ein in die Reihe von Zustandsändrungen, welche man mit dem Ausdruck Leben zusammenfasst. Die zugeführten Stoffe geben dabei Verbindungen auf, welche sie hatten, oder treten in neue ein. Mit dem Aufgenommenen wird bei den Thieren in der Hauptsache so verfahren, dass besonders eingeführter Sauerstoff sich mit den auf andern Wegen eingeführten Körpern, flüssigen oder festen, welche mindestens ternäre Verbindungen darstellen und überall schon sauerstoffhaltig sind, zu höhern Oxydationsstufen verbindet, welche endlich für die individuellen Lebenserscheinungen keine Verwendung mehr finden und aus ihrem Kreis austreten. Die Summe des so Geschehenden ist thierischer Stoffwechsel. Da dabei vorher greifbare, ein Eigenthum ermöglichende, durch ihre Spannkräfte und besondre Beschaffenheit direkt in unserm Interesse verwendbare Substanzen zum Theil alsbald gasförmig werden, und aus dem Einzeleigenthum austreten, zum Theil, zunächst minderwerthig gemacht, jenem Austritt wenigstens genähert werden, nennt man die Thiere Verbrauchsorganismen. Es

Digitized by Google

hat sich herausgestellt, dass, soweit Leben Bewegung fertiger organischer Substanz ist, auch das Leben der Pflanzen von Oxydation, von Verbrauch, abhängt. Diese Oxydation wird als Athmung an der ausgeschiednen Kohlensäure nur merklich, wenn die assimilirte Kohlensäure eine geringre Menge bildet, als die ausgeathmete. Chlorophyllfreie Pflanzen und chlorophyllfreie Organe an Pflanzen zersetzen, assimiliren Kohlensäure nicht; erstre lassen also deren Bildung in der Athmung immer erkennen; die andren im Dunkeln, oder wenn durch besondre Umstände die Kohlensäurezersetzung unter deren Bildung sinkt. Alles Wachsthum, alle Bewegung, alle Wirksamkeit des Protoplasma erscheint an Sauerstoffaufnahme gebunden und führt vorzüglich zu Kohlensäureausathmung. Wie am Protoplasma, macht sich die Abhängigkeit der Bewegung von der Athmung auch bemerkbar an den beweglichen Blättern; ohne Sauerstoff verlieren sie ihre Besonderheit. Manchmal erzeugt die Oxydation auch in Pflanzen merkliche Wärme; so in keimender Gerste, quellenden Erbsen; der spadix blühender Aroideen vermag ein Thermometer um 10° C. zu erhöhen; meist ist die Wärmemenge zu gering, die Abkühlung durch Verdunstung zu bedeutend, die gleichzeitige Kohlensäurezersetzung durch Chlorophyll der Beobachtung hinderlich. Sogar kann sich an Pflanzen Phosphoreszenz mit sehr ausgebildeter Athmung verbinden.

Athmung hat also für Pflanzen dieselbe Bedeutung wie für Thiere, die Oxydation stört das Gleichgewicht der Stoffe und erhält die Bewegung, welche das Wesen des Lebens ausmacht; sie ist die Ursache des Verlusts an Substanz, aber die beständige Quelle der innern Kräfte.

Chlorophyllhaltige Pflanzen vermögen mehr organische Substanz zu bilden, als sie verbrauchen. Das Chlorophyll findet sich in vielen nicht grün aussehenden Pflanzen verdeckt durch andre Farbstoffe. Die desoxydirende Thätigkeit tritt mit der oxydirenden in den chlorophyllhaltigen Pflanzen in eine Art Gegensatz nach Zeit und Ort, jene überwiegend bei Einwirkung des Lichts, vorzüglich des gelben, und in den chlorophyllreichen Organen, diese im Dunkeln und in den übrigen Pflanzentheilen, aber jene diese nicht ausschliessend, nur verdeckend. Ablagerung von Reservestoffen in Samen für die abgelöste Nachkommenschaft, wie in Knospen, Wurzelanlagen, Cambium, stellt in den wechselnden Lebensphasen der Pflanze mit dem Wechsel in Licht und Wärme periodisch stärkerm Wachsthum das vorher Assimilirte zur Verfügung. Der einzelne Theil und die einzelne Phase steht dem andern Theil und der andern Phase genau so gegenüber wie eine parasitische Pflanze und ein verbrauchendes Thier der Produktion durch die chlorophyllhaltigen Pflanzen im Allgemeinen. Je mehr ein abgelöster Theil mit bekommt, je mehr aus dem vorigen Jahr aufgespeichert war, um so mehr kann an neuen Theilen entwickelt werden, bevor mit der Ausgewinnung neuer organischer Substanz ein Wachsthum im Allgemeinen beginnt.

In Wechselwirkung zwischen den Bestandtheilen des Körpers kommen

Digitized by Google

bei Thieren auch Desoxydationen vor. So wird das Hämoglobin rother Blutkörperchen, nachdem es in den Haargefässen der Lunge durch den Sauerstoff der Luft zu Oxyhämoglobin geworden war, in der Berührung mit Geweben des Körpers, welche ihm den Sauerstoff entnehmen, zum frühern Zustande zurückgeführt. Das Entstehn sehr kohlenstoffreicher, melanotischer, Substanzen kann auch am leichtesten daraus hergeleitet werden, dass Körperbestandtheile an andre einen Theil ihres Sauerstoffs oder doch sauerstoffreichere Verbindungen abgegeben haben, bis endlich solche Residuen übrig geblieben sind. Dass kohlenstoffreiche Substanzen in der Form von Pigmenten an den dem Lichte mehr ausgesetzten Theilen sich beträchtlicher entwickeln, deutet vielleicht auch bei Thieren einen Gegensatz zwischen Lichteinwirkung und Oxydation, eine Beschränkung der letztern durch die erstere an.

Wenngleich die Unterscheidung der Assimilation im Sinne von Julius Sachs, als der Ausgewinnung von organischer Substanz aus der anorganischen Natur, von dem Stoffwechsel, den weitern Umändrungen an organischer Substanz, für das Verständniss des Vorgehenden grosse Bedeutung hat, so ist doch auch die Zusammenfassung aller Glieder der Reihe, welche einverleibte Körper vom Augenblick der Aufnahme in den Organismus bis zum Austreten durchlaufen, nöthig und eine prinzipielle Unterscheidung dafür nicht möglich, ob sie und bis zu welchem Augenblicke sie als Nahrungsmittel und von welchem an sie als Säfte oder Theile des Organismus, oder von welchem an wieder sie als Auswurfsstoffe zu betrachten seien. Innere Qualität der Substanzen kann dabei eine andre Gränze zu ziehn gebieten, als die räumliche Einverleibung und Lagerung oder Abscheidung; je nach dem Einzelfalle und dem Ausgangspunkte der Betrachtung muss das Urtheil sich verschieden gestalten.

Wie im Grossen der Stoffwechsel thierischer Körper darauf beruht, dass disponibler Sauerstoff mit oxydirbaren Körpern besondrer Art in Verbindung gebracht wird, so kann, da, wie wir besprachen, die Bewegung des Protoplasma in verschiednen Formen abhängig ist von Zufuhr des Sauerstoffs, der chemische Vorgang im lebenden Protoplasma als Oxydation betrachtet und angenommen werden, es hänge auch hier das Leben wesentlich ab von der Oxydation: die Bewegungen kämen zu Stande in Verbindung mit Vorgängen, deren Hauptinhalt, so mannigfaltig die Gliedrung und sonstige Komplikation sei, eine Oxydation darstelle. Die Auswurfsstoffe müssen also auch hier im Allgemeinen höhere Oxydationsstufen sein und höhere Oxydationsstufen, welche ausgeschieden werden, dürfen, wie die Kohlensäure athmender Pflanzen, wenigstens zum Theil auf Protoplasmaverbrennung zurückgeführt werden.

Die Oxydationsstufen, welche an Lebenserscheinungen nicht mehr Theil nehmen, bestimmen sich für die einzelnen Fälle nicht gleich. Es wird

Digitized by Google

dasjenige, was unter den gegebnen Umständen nicht mehr weiter oxydirt werden kann, ein Auswurfstoff; es kann immer auch in dieser Gestalt noch äussre Dienste leisten, es kann im Gegentheil den Lebenserscheinungen hinderlich sein, selbst schädlich bis zur Vernichtung. In der Form der Kohlensäure wird für einen grossen Theil der Oxydationsprodukte die grösstmögliche Oxydation erreicht, es erübrigen aber andrerseits Stickstoffverbindungen, welche für Oxydation und absteigende Metamorphose im Organismus nicht Alles leisten, was sie chemisch würden leisten können.

Wie für das Ganze des organischen Körpers selbst niedrigster Stufe, sind die Oxydationen auch wesentlich für die Erzeugung von Differenzen zwischen den einzelnen Theilen organischer Substanz. Die dem Sauerstoff mehr zugänglichen Theile sind der Oxydation mehr ausgesetzt, wie die dem Licht direkt ausgesetzten Theile chlorophyllhaltiger Pflanzen mehr in der Desoxydation leisten. So ist auch für die thierische Oekonomie die Oberflächenentwicklung von grösster Wichtigkeit.

Die Unterscheidung des Ersatzes von Verlornem und des eigentlichen Zuwachses durch die Ernährung gilt wie für die zusammengesetztern Organismen auch für die Protoplasmamassen. Verloren ist, was unter den gegebnen Umständen einer Umwandlung nicht mehr fähig ist, die sich mit andern Umwandlungen zu dem Gesammteffekte kombiniren kann, den wir Leben nennen. Es gilt dabei gleich, ob die Substanzen in oder an dem lebenden Körper liegen bleiben oder in irgend einer Weise gänzlich ausgeschieden, ausgespült, ausgehaucht sich von der Körpermasse ablösen. Es kann jedoch etwas physiologisch aus dem Kreise der Lebensthätigkeit ausgetreten, ausgeschieden worden sein und doch noch bedeutende mechanische Dienste dem Organismus leisten, so eine Chitindecke den Gliederthieren; Kalkschale den Weichthieren, Röhrenwürmern, Polythalamien; Kieselnadeln und Gerüste den Schwämmen und Radiolarien, und so mehr. Die Fertigstellung solcher Produkte in gewisser Form und Lage erscheint dann gewöhnlich wichtiger, als die physiologische Leistung, welche mit dem zu ihrer Herstellung nothwendigen Stoffwechsel verbunden war, und doch mag das manchmal täuschen. Noch interessanter sind die Ausscheidungen, welche, wenngleich für sich nicht mehr verwendbar, durch ihre Wirkung auf neue Nahrungsstoffe eine eminente Bedeutung für den Organismus haben; manche von ihnen machen einen Rundgang; ausgeschieden mischen sie sich den Nahrungsmitteln, wirken auf sie und werden mit ihnen mehr oder weniger wieder aufgenommen, um auf's Neue ausgeschieden zu werden. So kehren aus Speichel, Magensaft, Galle, Pankreasflüssigkeit neben grossen Mengen von Wasser auch die in diesem gelösten Stoffe nach manchen Erlebnissen zum grossen Theile aus Magen und Darm wieder in den Kreislauf zurück. Ausscheidungen sind also aus verschiednen Gründen nicht überall Verluste.

An den aufgenommenen Substanzen sind von vorn herein Verluste

Digitized by Google

möglich, ungleich nach der besondern Organisation, weil einige Bestandtheile gar nicht in entsprechender Weise umgewandelt werden, nicht in die Reihe der die Lebenserscheinungen bedingenden Verändrungen eintreten können, weil jene Substanzen für das betreffende Individuum nicht überall Nahrungsmittel bilden. Solche Bestandtheile sind von vorn herein Auswurfstoffe, jedoch kann auch ihre Gegenwart wegen der daraus entstehenden Bedingungen für Vertheilung der reinen Nahrung auf den Flächen und Aehnliches wichtig sein. Sie bleiben eingeführt Aussenwelt, wie oben einzelnes Ausgeschiedene so erschien, als habe der Organismus sich theilweise in die Aussenwelt vorgestreckt.

Oxydationen machen Spannkräfte frei; Kräfte, welche vorher Atome verbanden, sagt die Physik, seien, weil diese durch das Zusammentreten mit andern Atomen zusammengehalten würden, im Stande sich anderweitig geltend zu machen. Das ist nur Ausdruck für die stattfindenden Thatsachen und bedeutet für uns nur, dass im organischen Leibe ebenso wie in andern Fällen die Oxydationsprodukte eine höhere Temperatur haben als die dazu zusammengetretnen Stoffe. Die höhre Temperatur kann sich durch Wärmeabgabe, etwa auch an das Thermometer, oder durch Umsatz in andre Arbeit geltend machen. Diese Geltendmachung geschieht bei Thieren vorzüglich durch Behauptung einer der Umgebung überlegnen Eigenwärme und durch Bewegung, weniger auffällig, aber sehr verbreitet, durch elektrische Ströme, seltner durch Lichterzeugung, Phosphoreszenz. Aus allem Solchem können wir Stoffwechsel, Stattfinden chemischer Verbindung in der Richtung schliessen, welche am Bestimmtesten durch Oxydation ausgedrückt wird.

Wir mögen uns die einzelnen Vorgänge durch hochgradige Gliederung minimal vorstellen, so dass die Konsequenzen langsam eintreten, der ganze Vorgang versteckter, verwickelter, weniger klar ist als in der anorganischen Natur, so giebt das immer keinen Schlüssel dafür, dass der Prozess nicht doch endlich am Einzelnen in jener Richtung abläuft, fertig wird, sondern die Umsätze und die durch sie geleisteten Effekte sich in organischen Körpern so regeln, dass sie für Erhaltung der Organismen, für Gewinnung und Verarbeitung neuen Materials, an welchem wieder ähnliche Umsätze und durch diese ähnliche Arbeitsleistungen zu Stande kommen können, wirksam werden; dass ferner gewisse Schwankungen in Zusammensetzung und Masse möglich sind, ohne dass alsbald das Eigenthümliche, Verwickelte, Verborgne der Vorgänge, das sogenannte Leben, einfachern, chemischen und physikalischen Vorgängen, ohne jene besondre Weise der Regelung, Platz machte.

In zusammengesetztern Organismen, namentlich thierischen, sind, als dahin wirkend, bestimmte Modalitäten einer Selbstregulirung an einigen Stellen deutlich. Bei niedrer Temperatur wird durch Zusammenziehung der Blutgefässe die Blutbewegung in der Haut und der Wärmeverlust ver-

Digitized by Google

ringert, bei höherer vermehrt, auch nehmen dann die vermehrten Zersetzungsstoffe eine Menge Wasser in der Absondrung der Schweissdrüsen mit sich, dessen Verdunstung der Hautfläche Wärme entzieht. So wird in beiden Fällen die Körperwärme gegen eine mittlere Temperatur hin regulirt, von welcher die Funktion abhängig ist. Wie in den niedrigsten Organismen, blossen Protoplasmakörpern, eine Regulirung der Lebensthätigkeit eintrete, wie eine Aenderung der im Innern zwischen den Theilen und nach Aussen zwischen dem Ganzen und der Umgebung bis dahin stattgefundnen Wechselwirkungen in Folge dieser Wirkungen selbst in dem Sinne geschehe, dass, wenn ein gewöhnliches Maass überschritten oder erreicht werde, dann und in Folge dessen etwas Neues eintrete, welches dem bisher Geschehenden entgegengesetzt wirke, wie und wie weit also auch in ihnen trotz einiger Veränderlichkeit ein gewisses Gleichmaass im Gange der Erscheinungen behauptet werde, wissen wir nicht. Die oben angeführte Beobachtung von Einfluss des Nahrungsstandes der Amöben auf ihre Beweglichkeit könnte dahin gestellt werden. Im Allgemeinen entnehmen wir dafür, dass sich in ihnen, wie auch für das Ganze in zusammengesetztern Organismen, im normalen Zustande das Kleinste, wie das Grösste zu einem gesammten Effekte in jenem Sinne des Erhaltens, Wachsens u. s. w., kurz des Gedeihens, zusammenordne, den Schlüssel theils aus jenen bekannten Regulirungen von Organismen, deren Wesen wir allerdings nicht genau genug kennen, theils aus Selbststeuerungen von Maschinen.

Es muss hervorgehoben werden, dass das sich Erhalten oder sich Ernähren der organischen Substanz nicht so zu verstehn ist, dass der organische Leib, indem er aufgenommene Substanzen verbrauche, dabei selbst erhalten bleibe; er macht vielmehr aus aufgenommenen Substanzen eigne Theile und diese werden wieder zu anorganischen Verbindungen, er erneuert sich also. Diese Erneuerung geschieht für die einzelnen Theile ungleich rasch. In ihr bleibt die morphische Individualität nicht nur sich innerlich nicht gleich, sondern zuletzt auch nicht einmal erhalten, vielmehr geht sie, falls es nicht etwa bei Bathybius anders ist, nach nicht gar langer Zeit sicher zu Grunde und ihre Eigenschaften bleiben nur in von ihr abgelösten Theilen weiter repräsentirt. Das zu Grundegehen der besonderen Beschaffenheit des Organischen ist etwas genau ebenso Sichres, wie die Erhaltung durch einige Zeit. Nur die Verbindung des sich Ernähren und Wachsen mit der Ablösung von Theilen, dem sich Fortpflanzen, ermöglicht, dass die Erhaltung der Eigenschaften über den sichern Abschluss der Einzelexistenz den Sieg davon trage. Das Sterben gehört ebenso zu den Eigenschaften der organischen Körper wie das Leben. Das Leben greift wie ein Brand von einem Häuflein Substanz zum andern; nur die Ablösung lebender Theile von dem Tode näher Stehenden erhält das Leben über die Vernichtung der Theile als lebender. Die Repräsentation ist weder während jener in-

dividuellen Existenz noch in der Nachfolge eine überall identische. Wieder ein Zeugniss, wie weit diese von so vielen Seiten zu beleuchtenden Vorgänge des Werden und Wachsen von der nach einfachsten Gesetzen stattfindenden Bildung und Zunahme eines Krystalls verschieden sind.

Bei der Uebertragung der allgemeinen Erfahrungen über Assimilation und Stoffwechsel auf Protoplasma und die darüber nicht hinausgehenden Organismen haben wir zu erwägen, dass, soweit denselben die besondern Organe fehlen, durch welche grüne Pflanzentheile Kohlensäure zersetzen können, sie voraussichtlich auf von andern Organismen vorbereitete Substanz, wenn auch dieselbe schon zerfallen sein mag, angewiesen sein dürften. Für die stoffliche Veränderung in ihnen geben zum Theil ungleiche Lichtbrechung und Lichtdurchlässigkeit Beweise, so, wenn Amöben unter gewissen Umständen eine verdichtete Haut zeigen, oder mechanische Verhältnisse, so, wenn das Mark einer Protoplasmamasse dünnflüssiger wird; oder wir nehmen Analogieen aus der Umwandlung von Legumin in Asparagin, von Oxyhämoglobin in Hämoglobin, von Eiweisskörpern durch Pepsineinwirkung in der Verdauung in Peptone und dieser wieder im Organismus in Eiweisskörper, also von den Vorgängen in höhern Organismen. Es scheint namentlich sehr annehmbar, es möge ein Protoplasmakörper unter Umständen ganz oder theilweise eine mehr oder weniger lösliche Beschaffenheit annehmen, er möge seinen Gehalt an Gasen, an gebundnem Sauerstoff, an Salzen ändern können.

Unter den dem Protoplasma beigemengten unterscheidbaren Körpern spielen eingestreute Körnchen und Tröpfchen, die man für Fette oder fette Oele ansehn kann, eine Rolle. Man kann sie, falls sie auch aus dem Protoplasma entstehen, oder auch wieder in solches zurückkehren könnten, doch nicht dem Protoplasma zurechnen, oder von ihnen, wie Hofmeister das auch von der Zellulose thut, sagen, sie seien im Protoplasma enthalten. Es sind nur die Bestandtheile im Protoplasma enthalten, welche eventuell sich zu solchen Stoffen verbinden können. Es ist auch für diese bedeutsam, dass sie chemisch in Reihen von zahlreichen Gliedern stehn, dass sie leicht Sauerstoff aufnehmen und leicht andre Verbindungen eingehn, wodurch sie sich bald von wässrigen Flüssigkeiten sondern, bald mit ihnen mischbar sind. Ihr Verbrauch und ihre Bildung können für die Existenz der Protoplasmakörper ein wichtiger Regulator sein, Verbrennung und Herstellung, ähnlich wie Stärkmehlbildung in grünen Pflanzen im Lichte und Auflösung im Dunkeln, eingeleitet und hin und her schwankend, durch Uebertragung von Kräften. Das soll nur einen möglichen Fall andeuten.

Die bedeutsamste im Protoplasma unterscheidbar liegende Substanz ist der Kern. Weil er ganz gewöhnlich durch seine Theilung die des Protoplasmaklumpens oder einer vollkommnen Zelle einleitet, hat man in ihm die Veranlassung zur Theilung gesehn und ihn besonders für die Plastiden-

Digitized by Google

vermehrung wirksam erachtet. Plasma oder Zellsubstanz können sich jedoch theilen, ohne dass der Kern daran Theil nimmt, ja ohne dass einer da ist. Der Kern verhält sich in gewisser Beziehung wie die Plastide selbst. Auch Kerne sind formveränderlich; auch Kerne bilden eine dichtere Gränzschicht oder Membran und von bläschenartigen Kernen ist viel die Rede gewesen; auch Kerne können in sich Theile von verschiednem Lichtbrechungsvermögen, Kernkörperchen, erkennen lassen, die allerdings eher weniger lichtbrechend erscheinen, gleich Vakuolen. Die mikrochemische Untersuchung ergiebt, dass auch die Zellkerne eine eiweissartige Substanz enthalten, aber dass sie im Ganzen durch Essigsäuren oder verdünnte Mineralsäuren weniger angegriffen werden als die sonstige Substanz der Plastiden, so dass sie bei deren Anwendung deutlicher hervortreten, und dass sie sich in Alkalien langsamer lösen. Im Allgemeinen gleichen sie eher junger Zellsubstanz. Man hat einerseits eine Gleichartigkeit, andrerseits einen Gegensatz. Man darf vielleicht annehmen, die Kerne seien wegen ihrer Beschaffenheit und verborgenern Lage von den gemeinen Schicksalen der umgebenden Substanz, aus welcher sie übrigens hervorgegangen oder mit welcher sie zugleich aus einer andern Quelle geliefert wurden, einigermassen unabhängig gestellt, sie leisteten weniger, lebten aber auch weniger rasch, sammelten vom Ueberfluss, oder bildeten doch, sich vom leichter beweglichen Plasma abscheidend, eine Reserve. Dadurch wäre ihre Bedeutung in der Vermehrung aber nicht deren Gebundensein an sie gegeben. Es wäre also möglicher Weise grade die Sonderung eines Kernes für die minimale Organisation einer der wichtigsten Regulatoren, eine der Einrichtungen, durch welche ein Protoplasmaleib unter verschiednen Bedingungen sich für das Wesentlichere gleich bliebe. Der Kern, erst vom Plasma nicht vollkommen mitgerissen, würde später wieder das Plasma bestimmen. Der Gegensatz ist zuweilen so gering, dass die beiden Substanzen nur mit besondern Hülfsmitteln unterschieden werden können, er ist gewiss nicht nur für die Individuen sondern in denselben zeitlich schwankend. Dass Kerne oder Kernen gleichwerthige Theile auch das Nebensächliche in der Entwicklung, gewissermassen eine Beute des sich umformenden Protoplasma geworden, von ihm ausgesogen, ausgenutzt sein können, scheinen die Fälle zu beweisen, in welchen berichtet wird, dass Köpfe der Samenfäden neben den Kernen aus dem Plasma entstehn und dass eine sich furchende Dottermasse das Keimbläschen ausstosse.

Der von Häckel gebrauchte Ausdruck, der Kern habe die Vererbung der thierischen Charaktere, das Plasma die Anpassung zu übernehmen, ist, auch wenn jenen einzelnen Behauptungen unrichtige Beobachtungen zu Grunde liegen sollten, doch nicht treffend. Wenn, wie Häckel selbst das als Ausgangspunkt annimmt, der Kern seinem Ursprung nach ein Differenzirungsprodukt des Plasma ist, obwohl später koordinirt, für sich funktio-

Digitized by Google

nirend, so muss alle Grundlage der Eigenschaften schon im Plasma gegeben sein. Jener Ausdruck erscheint als eine naturphilosophische Parallele der Gegensätze Kern gegen Plasma, Vererbung gegen Anpassung ohne ausreichende Begründung, ja gegen bestehende Gründe. Uebrigens tritt eine formale Gestaltung, welche Vererbung erkennen lässt, in den niedrigsten Fällen, Bildungen von strukturlosen Häuten, Schalenabscheidungen und Aehnlichem in Plasmaprodukten auf, die mit dem Kern nichts zu thun haben, auch in der Art des Zusammenhangs durch das Plasma und dessen Ausscheidungen. Man könnte danach eher den Kern als etwas Sekundäres und damit der Wandlung mehr Unterworfnes ansehn. Der Gegensatz von Vererbung und Anpassung ist aber nur in der Kategorie, nicht einmal in den Theilen; das Vererbte konnte nur in Anpassung entstehn, das Angepasste wird vererbt, beide können nicht als durch verschiedne Grundelemente besorgt gedacht werden. Auch wird ersichtlich, um die naturphilosophischen Begriffe identisch anzuwenden, der Satz, dass die Protoplasmasubstanz an sich Alles bedeute, nicht ihre Differenzirung oder Gestaltung, hintangesetzt.

Wenn und soweit man Samenfäden oder doch ihre Köpfe als Kerne betrachten kann, ist für die Chemie der Zellkerne eine Untersuchung von Miescher über das Sperma des Rheinlachses wichtig. Der Samen, von dem ein starker Lachs fast ein Pfund liefert, enthält hier keine weitern Beimischungen; der Fadenantheil der Spermatozoen ist dem Kopftheil gegenüber sehr unbedeutend und kann, in Essigsäure lösbar, ziemlich entfernt werden. So erhält man die Köpfe leidlich rein zur Untersuchung und findet in ihnen als ganz überwiegende Hauptmasse eine Verbindung des Protamin, einer sehr stickstoffreichen organischen Base, $C^9 H^{20} N^5 O^2 + OH$, mit einer phosphorreichen äusserst zersetzbaren und leicht in unlösliche Modifikationen übergehenden, mindestens vierbasischen, Säure, dem Nuklein, $C^{29} H^{49} N^9 P^3 O^{22}$. Das quantitative Ergebniss der Analyse ist

Nuklein	48,68 %
Protamin	26,76 „
Eiweisskörper	10,32 „
Lecithin	7,47 „
Cholestearin	2,24 „
Fett	4,53 „
	100,000 „

Durch Kochsalzlösung kann man verschiedne Mengen Protein austreten und bei starker Verdünnung wieder zurücktreten lassen. Da das Nuklein mehrbasisch ist, werden sich verschiedene Verbindungen von Nuklein, Protamin, Natrium bilden, welchen dann vielleicht mikroskopische Differenzen von Rinde und Mark Ausdruck geben. Wenn man auch die Samenfäden nicht für Kerne ansieht, kann jedenfalls eine Vorstellung für die Gliedrung der

Digitized by Google

Vorgänge im Plasmakörper nach dieser Geneigtheit zur Umsetzung von Verbindungen gebildet werden. Miescher möchte hiernach für die Nukleinkörper die Eigenschaft, sich im freien Zustande und als Verbindungen in Form plastischer, wasserhaltiger, quellungsfähiger Gebilde von Protoplasma abzugränzen, in Anspruch nehmen und damit Kernbildung und Kernbegriff wesentlich chemisch fassen. So, wenn die Dotterkörner des Hühnereiweisses vorzüglich Nuklein enthalten, seien sie ohne Rücksicht auf morphologisches Verhalten als reduzirte Kerne zu betrachten. Der Kern, morphologisch, wäre also durch das Nuklein, chemisch, zu ersetzen. Dieses endlich wendet Miescher an auf das Räthsel der Befruchtung, welches, wenn es gelänge, den Beweis streng zu führen, dass der Zutritt des Samens der Hauptsache nach für das Ei den Zutritt eines vollgiltigen Zellkerns bedeute, zusammenfallen werde mit dem des Zellenlebens überhaupt. Die unvollkommne Schärfe des Gegensatzes zwischen Zellleib und Zellkern chemisch und physiologisch, auch die Ungleichheit des Gegensatzes zwischen Samen und Ei und die ganze Entwicklung der Befruchtung aus Konjugation von Gleichwerthigem schmälert uns die Hoffnung, hier zu einer vollkommnern Vergleichung zu gelangen aus dem chemischen als aus dem morphischen Verhalten.

Die Beschaffenheit der einzelnen Plastiden bedingt unter gegebnen Bedingungen bestimmte Leistungen. Die Summe solcher Leistungen ist, lange bevor man solche Elemente als Träger der Erscheinungen erkannte, ohne scharfe Definition Leben genannt worden. Als diesen Begriff, der mit dem Ausdrucke auch auf die Einzelnen zu übertragen ist, voll ausfüllend kann man es betrachten, wenn die Leistungen sich derart gestalten, dass sie in gewisser Kontinuität gleichmässig geschehn, leichtre Schwankungen und Störungen selbst reguliren und erst durch gröbere vernichtet werden, wenn sie es mit sich bringen, dass durch die Leistungen selbst eine Zeitlang Zustände hergestellt werden, die wieder jene fördern, zu ihrer Erhaltung Brauchbares der Umgebung entnommen, Unbrauchbares abgewiesen und ausgeschieden, dadurch die Masse vermehrt wird, und Theile, wenn in geordneter Weise abgelöst, wieder gleiche Vorgänge an sich ablaufen lassen. Man kann das auch damit ausdrücken, dass lebende Wesen sich ernähren, dadurch in ihrem Wesen erhalten, entwickeln, wachsen und in Fortpflanzung ihre Eigenschaften übertragen.

Obwohl den Thatsachen gegenüber sehr kurz zusammengefasst, ist das eine sehr umständliche Begriffsstellung und bei der Gewöhnlichkeit der Uebergänge in der Natur ist eine gleichmässige Erfüllung der hier gemachten Postulate nicht überall zu erwarten. Der Begriff Leben ist nicht gebildet nach dem, was am Einzelnen in jedem Augenblick, sondern nach dem, was im Ganzen geschieht. Die Zusammen-

Digitized by Google

setzung des Begriffs und die Minderung, welche einzelne Antheile in Einzelfällen erfahren, gestattet eine Zurückführung auf einfachere Grundlagen. Wir könnten uns Vorgänge vorstellen, in welchen im Uebrigen die Erscheinungen verliefen, wie oben begehrt, jedoch die Erzeugung gleicher Brut gänzlich wegfiele. Formen dafür geben unter sehr ungleichen Nebenbedingungen einmal die Fälle, in denen die Brut ungleichartig ist und erst auf Umwegen Gleichartiges erzeugt wird, Generationswechsel; dann das Allerverbreitetste, dass das Einzelne für sich solche Brut nicht erzeugen kann, sondern zwei verschiedenartige Individuen zusammenwirken müssen, damit ein Einem von Beiden Gleichartiges entstehe, geschlechtlicher Dimorphismus und Zeugung durch Befruchtung; dann die Unfruchtbarkeit vieler Individuen und die Periodizität aller Fruchtbarkeit in Altersperioden oder Jahresperioden. So finden sich auch Unterbrechungen, Periodizitäten, für die Ernährung, allerdings zum Theil ausgeglichen durch die Ernährung der Körper aus sich selbst, aus in ihnen vorher angehäuftem, ihnen bei erster Ablösung mitgegebnem Materiale, Perioden im Verbrauche wie in der Aufnahme, welche diese vorübergehend ganz bei Seite zu setzen, jenen wenigstens verschwindend klein zu machen erlauben. So auch Periodizitäten und Theilleistungen in Betreff der Ernährung nach Art des Aufzunehmenden, also der Nahrung im engern Sinne des Wortes gegenüber dem Sauerstoff, des Wassers gegenüber dem Andern, so dass es sich zeitweise nur um Verbrauch, Verarbeitung handelt, oder in der Art des Ausscheidens, Abgebens, Produzirens, Arbeitleistens, so dass die eine oder andre Lebensaufgabe vorübergehend erfüllt und ausgesetzt wird. Im Wechsel von Fressen und Fasten, Wachen und Schlafen, Geschlechtsthätigkeit und Ruhe ist das Leben kein Gleichmässiges sondern periodisch Ungleiches, gegliedert; Jegliches hat seine Zeit. Leben ist nicht eine kongruente Thatsache, hier wie da, sondern eine Abstraktion von hin und her geschobnem Werthe, es umspannt ungleiche Summen von Gliedern aus Reihen neben einander geschehender und auf einander folgender Thatsachen.

Voraussichtlich ist es demnach schwierig zu sagen, wo man die Gränze für Leben ziehen, was die ultima ratio, was schliesslich zu begehren sei, damit dieser Titel, diese in sich so unbestimmte Beschreibungsweise noch anwendbar bleibe. Die Form ist nichts Wesentliches, der innre Bau ebensowenig, alle Besonderheiten in dieser Beziehung können fehlen, von Gestaltveränderungen, Wachsthum, Fortpflanzung wie von den höhern Formen der Bewegung und der Empfindung muss unter Umständen abgesehn werden. Als das sicherste Merkmal, aber nicht immer direkt nachzuweisen, sondern oft nur konstruirbar durch mehr oder weniger gute Schlüsse aus Erfahrungen in andern sonst vergleichbaren Fällen, wird man festhalten müssen: eine Kontinuität der Fähigkeit in der Substanz des Körpers oder einem Theil derselben durch ihre Leistungen Substrate für

Digitized by Google

neue ähnliche zu konstruiren, das ist: sich zu ernähren. Alle sonst dem Leben ähnlichen Erscheinungen, also Bewegungen fraglichen Charakters, werden daran geprüft werden müssen, ob sie zu Stande kommen unter innern Vorgängen, welche in einer solchen Kontinuität Platz finden. Zuweilen allerdings sind sie letzte Phase solcher Kontinuität, sie beruhen auf der vorher geleisteten, abgeschlossenen Ernährung, so im Einfachen die Bewegungen von Samenfäden, im Zusammengesetzten die ganzen verwickelten Thätigkeiten von Thieren, deren Existenz mit der Begattung erlischt, welche sich eine beträchtliche Zeit nur aus sich selbst ernähren. Auch sonst werden wir Erscheinungen, welche in das Leben gehören, wechselnd und gepaart finden mit andern, ihnen fremden, störenden, welche mit ihrer regulirenden Kraft zu zwingen sie nicht vermögend sind. Wenn ein menschlicher Körper im tödtlichen Fieber statt 37—38° C. deren 40 und mehr zeigt, so wird man theils das als eine dem Leben zuzurechnende Leistung, theils als eine aus dem Verfalle, dem Gegentheile des Lebens herrührende Erscheinung ansehen müssen. Das eine oder das Andre mag die Oberhand behalten und allein vorangehen; mit dem Ende des Kampfes wird die Temperatur sinken, in ihrer Höhe war sie die Summe organischer und anorganischer Vorgänge.

Summirung und Differenzirung einfacher Bestandtheile zu zusammengesetzten lebenden Körpern.

Die Verschiedenheit der Lebenserscheinungen ist bedingt durch Verschiedenheit der Bildungselemente nach Art, Grösse, Zahl, Zusammenordnung, welches Alles sowohl für neben einander stehende Thiere, als für Theile desselben Thiers, als in den Phasen der Entwicklung des Einzelnen sehr ungleich ist. Für den einzelnen Fall der Regel gehorchend, bedingt eine bestimmte Repräsentation der Eigenschaften die Norm, die Gesundheit; von der Norm abweichendes Verhalten von Plastiden in Beschaffenheit, Zahl, Stelle ist nicht selten deutlich als das Wesentliche in Erkrankung zu erkennen.

Die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse beruht theils auf Summirung gleichgestalteter Plastiden, theils auf Differenzirung dieser Elemente. Es giebt einfache Summirungen. Eine solche ist der aus Dottertheilung hervorgegangene Haufen von Dotterkugeln oder Dotterzellen, soweit und solange diese einander gleich sind. Differente vereinzelte Plastiden giebt es z. B. in einzelligen Gregarinen, Amöben, monothalamischen Gromien, geisseltragenden Monaden, Organismen, welche wir zum grössern Theil kennen gelernt haben. In jenem Fall hat die Vielheit eine Zusammengehörigkeit, Lebensgemeinschaft; in diesem führt die einzelne Plastide ein Leben für sich mit Erscheinungen je nach ihren Eigenschaften. Die weitere Entwicklung ist in jenem Differenzirung der bis dahin gleichartigen, gehäuften Elemente. Eine Gemeinsamkeit besteht für Elemente möglicher Weise, ohne

Digitized by Google

dass sie mit einander in fester Verbindung wären, in flüssigen Geweben, am auffälligsten im Blute für dessen feste Elemente, auch im gefurchten Dotter, mit Rücksicht auf Schwimmen der einzelnen Kugeln in der Flüssigkeit, oder, wenn in Metamorphose ganzer Thiere, wie von Insekten und Milben im Deutovum, oder bei Ersatz eines Gewebes durch ein andres, so des Knorpels durch Knochen Gewebe vorübergehend wieder verflüssigt werden.

Es können sich vorher getrennte Plastiden zu einer Gemeinschaftlichkeit des Lebens verbinden. Das ist am deutlichsten bei der sogenannten Konjugation, der Verschmelzung zweier vorher ihre Energie einzeln lebhaft bethätigender geisseltragender Schwärmzellen, oder auch nicht geisseltragender einzelliger Algen, auch im Zusammenfliessen des Inhalts einzelner sich berührender Zellen an mehrzelligen Algen, wo dann überall der Inhalt der beiden Individuen unter Vernichtung der Abgränzung einheitlich und zu neuen Lebensäusserungen fähig wird. Aus dieser Verschmelzung zweier vorher selbstständiger Plasmakörper kann der ganze Vorgang der Befruchtung abgeleitet und so kann jede Befruchtung als eine Konjugation angesehen werden. Dabei wird jedoch in der Vereinigung direkt nicht eine Summe gleichartiger verbundner Elemente gegeben. Ebensowenig sind solche unterscheidbar bei der Vereinigung von nackten Protoplasten zum Plasmodium der Myxomyceten. Wohl aber, wenn bei Hydrodiktyon die aus einer Mutterzelle hervorgegangnen gleichwerthigen Zellen, nachdem sie erst von einander frei das sogenannte Wimmeln durchgemacht haben, sich in bestimmter Ordnung zu einem Coenobium zusammenlegen.

In der Regel geschieht es durch Theilung einer vorher einheitlichen Masse, dass eine Summe gleichartiger Elemente gegeben wird, welche, statt sich zu trennen, zu gemeinschaftlichem Leben verbunden bleiben. Das ist Bildung von Brut in Plastiden oder Zellen, oder Wandlung von Plastiden und Zellen in Brut, je nachdem von dem vorher gegebnen Material noch etwas das Mutterindividuum Repräsentirendes zu unterscheiden ist oder nicht. So entsteht aus der Protoplasmamasse des Dotters, sei es mit Ausstossen des Keimbläschens, sei es mit dessen Auflösung, sei es nach Vorausgang der Theilung an demselben, erst ein Haufen von Klümpen oder Kugeln aus Dottersubstanz, dann ein Lager gekernter Zellen. So bilden Knorpelzellen mit Vorausgang der Kerntheilung Brut, welche, durch die interzelluläre Abscheidung von einander gedrängt, selbst wieder Brut bildet. So entstehen, sei es aus vorher gegebnem Material, sei es unter Nachwachsen desselben in Ernährung, statt einzelner Zellen Zellkomplexe, einfache Gewebe. In ihnen repräsentirt die einzelne Zelle das Gewebe nach seiner Art, die Summirung ist von sekundärer Bedeutung. Aus dem Haften von Plastiden an einander, der Verschmelzung von Zellhäuten, wenn solche vorhanden sind, der Gemeinschaftlichkeit der Zellausscheidungen, soweit solche am Orte bleiben, ergeben sich übrigens für die im Komplexe geschehende Arbeit

Digitized by Google

andere Konsequenzen als das Produkt aus der Zahl mit der Arbeit einer einzelnen auf ihren Gränzen überall der Aussenwelt begegnenden Plastide. Das, was im Verbande der Plastiden leicht erhellt, erleichtert auch die Einsicht, dass innerhalb der einzelnen Plastide überall Ungleichheit der Zustände besteht. Eine Plastide, welche mit einem Theile ihrer Oberfläche sich der Aussenwelt zuwendet, mit dem Reste sich an ihre Verwandten lehnt, hat dort die volle, hier in der Regel eine gemässigte Wechselwirkung. Die Ungleichartigkeit auf einander wirkender Zellen gestattet jedoch in besondern Fällen, dass die Einwirkung zu den lebhaftesten gehöre, welche überhaupt in den Gränzen geordneter Lebenserscheinungen ertragen werden, so bei dem Einflusse, welchen Nervenzellen auf Muskelzellen üben.

Bis zu einem gewissen Grade können die Konsequenzen, welche durch Zusammenarbeiten einer Zahl gleicher Plastiden erreicht werden, denen aus der Grössenzunahme einer Plastide verglichen werden, wobei die Masse immer sich nach anderm Verhältniss vermehrt als die Oberfläche, in einem Extreme, der Kugelgestalt, jene kubisch, wenn diese quadratisch. Die relative Minderung der Oberflächenfunktion gegen die Massenfunktion wird in beiden Fällen den Umsatz sparsamer machen. Identisch sind die beiden Fälle nicht, weil nur im einen die, in der Einzelplastide nicht gegebene, merkliche Differenz der Substanz, welche die gesonderte Erkenntniss der im Komplexe vereinigten möglich macht, wieder im Innern Oberflächenfunktionen bedingt.

Die Zusammenlegung von Plastiden erhöht die Möglichkeit der Differenzirung, weil mit der Assoziation eine Möglichkeit einer Gliederung der für das Ganze geschehenden und zur Erfüllung des Lebens postulirten Leistung in den Stücken gegeben ist. Jetzt kann sich eine Plastide oder eine Summe solcher viel weiter nach verschiedenen Richtungen hin von den Eigenschaften entfernen, die sie haben müsste, wenn sie Alles leisten sollte, was man im Begriffe Leben vereinigt; sie kann viel eher etwas daran auslassen, nicht nur periodisch, sondern dauernd, ohne dass darum dem Ganzen der Begriff Leben verloren ginge oder auch nur sie selbst ihn verlöre. Was dem Leben organisch dient, erscheint dabei selbst lebend.

1827 hat H. Milne Edwards den Begriff der Arbeitstheilung in die Zoologie eingeführt, in der Vertheilung der Arbeitshandlungen unter die Organe die wichtigste Grundlage thierischer Vervollkommnung suchend. Bronn hat das 1850 als Differenzirung der Funktionen und ihrer Organe bezeichnet. Wie von den Organen in Beziehung zum einzelnen Thiere aufwärts auf die im geselligen Leben Zusammengreifenden, ist das abwärts auf die zusammenarbeitenden Elemente, die Plastiden, zu übertragen. Wenn einige Plastiden für sich und das Ganze die Ortsveränderung und Lagenveränderung beschaffen, welche zur Erfassung der Nahrung erforderlich ist, andere diese Nahrung in Zustände versetzen, dass die Stoffe mit Vortheil

Digitized by Google

in die Säfte aufgenommen werden können, welche eine dritte Gruppe mit dem Sauerstoff in Verbindung bringt, u. s. w., so haben wir eine Arbeitstheilung der Art, dass den verschiedenen je eine Gruppe von Fähigkeiten zukommt, welche einen Theil des sogenannten Lebens darstellt, die übrigen aber mangeln oder doch geringer in ihnen vertreten sind.

Unter solchen Umständen können einige Theile allerseits ein Minimum von Leben haben, Oberhautzellen als Haare, Federn, Schuppen, Hörner, Hufe, Zahnsubstanz in Email und Dentine, und grade durch ihre geringe Veränderlichkeit besonders nützlich sein, z. B. als schlechte Wärmeleiter und mechanisch, nur durch Lage und Gestalt, wirkende Geräthe; höchst dauerhaft, nur dem Abschleiss, nicht aus ihrem eignen Bedürfniss innerm Umsatz unterworfen. Auch daran reihen sich Uebergänge. Solche, gewissermassen Residuen des organischen Prozesses, Produkte, werden zeitweise berührt von regerem Leben und beweisen ihre Zugehörigkeit. So werden die vorher unscheinbaren Halsfedern eines Tauchers wieder in den Gang des Lebens hineingezogen und ihrerseits in ihm wirksam, wenn sie Winters Ausgang Flüssigkeiten in sich aufsteigen lassen und die aus diesen niedergeschlagenen Farbstoffe das prächtige Hochzeitskleid herstellen, oder die Haare des Lemmings, wenn sie bei strenger Kälte in wenig Stunden ihre färbenden Theile dem Körper zurückgeben und, weiss werdend, zugleich dem Thiere ein auf dem Schnee nützliches Kleid, eine natürliche Maske gewähren.

Selbst Zellausscheidungen, welche nie einen organischen Theil gebildet haben, wie Muschelschalen, können in ganz ähnlicher Weise in den Dienst des Ganzen gezogen sein, wie lebendige Theile. Ebenso die ausgeschiedene Deckhaut der Gliederthiere, welche angewachsen den chitinogenen Unterlagen anliegt bis zur periodischen Häutung, wo sie auch morphologisch eine Exuvie wird, während sie das für gewisse innere physiologische Arbeit von Anfang war. Als Schwammnadeln und Gerüste der Radiolarien stehen feste Skelettheile aus Kalk und Kiesel zu den Weichgebilden ziemlich wie ein Spalier zum daran gezogenen Bäumchen, aber das Bäumchen hat sich das Spalier selbst gemacht. Indem in diesen und vielen ähnlichen Fällen dienliche Ausscheidungen interzellular oder intrazellular, wie sonst aussen auf Lagen von Plastiden, extrazellular, erscheinen, treten durch sie die vom Organismus ausgestossenen Abscheidungen in kontinuirliche Verbindung mit den Interzellularsubstanzen,*) welche zwar Abscheidungen von Plastiden, aber wesentliche Gewebstheile sind, das Todte mit dem Lebendigen. Es treten durch solche Vermittlung aber auch vom Körper ganz abgelöste Ab-

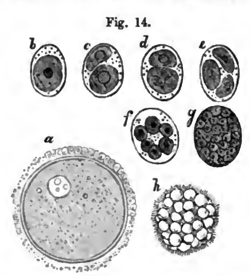
*) Besonders eigenthümlich verhalten sich dabei die zwischen Zellen gelagerten Abscheidungen im Mantel der Aszidien, die Zwiebelschalen ähnlichen mit, sie erzeugenden, feinen Lagen wechselnden Glashäute der Echinokokken, die Kalkkörnchen und grössern Konkretionen in Häuten von Mollusken statt Schalen.

Digitized by Google

sonderungen denjenigen nahe, welche noch Gewebselemente bilden. Wenn ich nebeneinanderstelle die anhängende Chitinhaut eines Wurmes, die von bestimmten Stellen der Haut eines andern abgesonderte Röhre, in welcher dieser sich hin und her schiebt, welche er aber nicht verlässt und nicht ersetzen kann, und den von der Haut eines dritten abgeschiedenen Kitt, mit welchem er Sandkörnchen zu einem Rohre zusammenleimt und vertrieben an neuem Platze ein neues Haus baut, oder die Chitindecke einer Raupe, die chitinige Absonderung, welche sie aus ihren Spinndrüsen ausscheidet und mit welcher sie sich während der Puppenhäutung und für den Puppenstand ringsum einen weiteren Schutz bildet, und die Wachsabsondrung auf den Bauchschienen der Honigbiene, mit welcher diese für ihre ganze Gesellschaft Futterbehälter und Wiegen baut, so zeigt uns das eine Reihe mit Uebergängen, welche die Gränzen nicht nur zwischen lebenden und nicht lebenden Theilen, sondern auch zwischen dienenden Körpertheilen und thierischen Kunstprodukten ganz verwischen. Bei allen solchen Ausscheidungen ist neben ihrer direkten Bedeutung die Rückwirkung auf den Organismus zu erwägen, dem ihr Material entnommen wurde.

Wenn die Verbindung von Plastiden gestattet, dass Elemente von wenig Leben, wenig Umsatz, ja sogar Stücke, deren Umsatz für das Leben durchaus nicht in Betracht kommt, eine Rolle für die Lebenserscheinungen übernehmen, so erlaubt dieselbe andererseits auch die Verwendung von Theilen, welche zu empfindlich, zu veränderlich, zu verbrennbar sind, um für sich, den wechselnden Aussenumständen gegenüber, jenen gleichmässigen Gang der Erscheinungen behaupten zu können, welcher das Leben charakterisirt, und welche sich deshalb zu einem Leben für sich nicht eignen.

Fig. 14.



Eier verschiedner Thiere in verschiedenen Zuständen.

a. Vom Kaninchen, Lepns cuniculus Linné, 50 Mal vergrössert, unbefruchtet, aus dem Graaf'schen Follikel des Eierstocks genommen. Im Dotter liegt das Keimbläschen, es umgiebt ihn die Dotterhaut, bei den Säugern dick, zona pellucida, nnd eine Schicht von Zellen aus jenem Follikel mitgenommen, stratum granulosum. b—g. Von der Trichine, Trichina spiralis Owen, 300 Mal vergrössert; Umbildung des Eiinhalts, Dotter und Keimbläschen, dnrch Furchnng, Theilung, Kugelung zu einem Zellhaufen. Es scheint in diesem Falle die Theilung vom Keimbläschen auszugehn und es lässt sich in jeder Theilungskugel von Anfang an ein Zellkern, ja eine Kernvermehrung vor Theilnng der Plastiden nachweisen. h. Von Distoma cygnoides Zeder. 300 Mal vergrössert. Die Dottertheilung hat einen gewimperten Zellhaufen hergestellt Dieser wird als Larve ausschwärmen.

So geschieht es, dass ausser den Modifikationen der Plastiden, welche in den einfachsten lebenden Wesen singulär vorkommen, in den Zusammensetzungen weitre vorkommen und wirken können, welche eine Möglichkeit der Existenz als lebender, eine physiologische Stelle erst in der Aggregation finden.

Digitized by Google

Einfachste Zusammensetzungen sind die schon erwähnten Haufen der sogenannten Dotterkugeln und die aus ihnen hervorgehende Keimhaut bis zu weitrer Gliederung. Die Theilung des erst einheitlich kugligen Dotters in solche, zunächst sich ziemlich kuglig rundende, dann sich polyedrisch gegen einander drängende, endlich durch Kernbildung zu Zellen werdende Portionen, zuerst durch Prevost und Dumas 1824, dann 1836 durch Rusconi beschrieben, ist nun als der allgemeine Anfang der Gewebsentwicklung aus dem Ei bekannt. Es giebt andre Fälle, in welchen ein aus Theilung hervorgegangner Zusammenhang von Plastiden ein vorübergehender ist, die Einleitung zu einer vollkommenen Absonderung, eine Individuenvermehrung darstellt, so bei sich theilenden Infusorien oder bei mehrzelligen Gregarinen in einfacher Reihe der Theile oder in Bifurkation, oder selbst, wie ich es bei einer in Acarus plumiger schmarotzenden Gregarine finde, in Trifurkation.*) Für das hier zu betrachtende Zusammenwirken Gleichwerthiger gilt es gleich, ob die in einer Zusammensetzung steckende Plastide oder Theilplastide später selbstständig zu werden vermag, oder ob die verbundenen ihre Gemeinschaft aufzugeben nicht im Stande sind.

Die Herstellung grösserer Mengen gleichwerthiger Zellen vor Gestaltung von Differenzen ist nicht allein für den Anfang im Aufbau zusammengesetzterer Organismen die Regel, sondern scheint auch ein nicht seltner Weg zur Einleitung grössrer Vorgänge in der weitern Entwicklung zu sein. In der nachembryonalen Entwicklung der Musciden zerfallen bei der Einsetzung des Puppenstandes nach Weismann die Organe der Larve theils gänzlich in Trümmer, theils erfahren sie, in Kontinuität bleibend, eine Histolyse, Gewebsauflösung, und werden zu einem Blastem, welches für die neue Organbildung verwendet wird; in welch' letzterem Falle, statt Materialherstellung im Ganzen, solche für eine besondre Stelle gegeben ist, wie auch in der Entwicklung im Ei die morphische Organbildung der histologischen vorausgehn kann. So wandeln sich auch nach Megnin an Insekten haftende sehr kleine Milben der Geschlechter Hypopus, Homopus, Trichodaktylus, indem sie unter dem Schutze der alten Chitinhaut, welche die typische Form während dieser Zeit allein wahrt, den vorhandenen Körper auflösen, zunächst wieder zu einem sekundären Ei und in diesem zu einer sekundären Keimhaut um, an welcher dann Gliederung und Knospung von Gliedmassen erst die weitre Organisirung neu einleiten. Durch solche Vorkommnisse treten wir auch den Fällen näher, in welchen Larvenzustände noch mehr heteromorph oder ihre Heteromorphieen auffälliger sind, weil nicht durch allmähliche Uebergänge bei Verwandten vermittelt,. wie doch z. B. für Musciden (Fliegen) durch andre Insekten, und in welchen namentlich äussre Gestalt und Organisation der Larvenformen ganz

---

*) Siehe Fig. 8 pag. 70.

Digitized by Google

irrelevant scheinen für die Zustände des Individuums bei der Schlussform.

Eine Differenzirung zwischen vergesellschafteten Plastiden ist sehr gewöhnlich. Es steht darum die Vermehrung nicht still. Wenn auch ein einfachster Stand der Plastiden dieser Vermehrung besonders günstig zu sein scheint, so braucht dieselbe doch nicht mit ihm abzuschliessen; ein differenzirtes Gewebe braucht, um jene auszuüben, nicht in den einfachern Stand zurückzufallen. Im Wachsthum differenzirter Gewebe verbinden sich Vergrösserung der Elemente und die Vermehrung ihrer Zahl mit Vermehrung von Zwischenzellsubstanz in ungleichen Verhältnissen.

Bei den die Eier in's Wasser legenden Thieren ist eine der allgewöhnlichsten Thatsachen, dass die oberflächlich liegenden Plastiden Wimperfäden ausbilden, was, auch wenn weitere einen Unterschied bedingende Elemente nicht gegeben sind. sofort eine bedeutende morphologische und physiologische Differenzirung gegenüber den bei etwaiger Mehrschichtigkeit der Zelllagen mehr innerlichen wimperlosen mit sich bringt. Man hat dann aussen eine Lage, Schicht von Wimperzellen.

Wir schreiten damit, dass wir in so zusammengestellten gleichartigen Elementen eine Gemeinsamkeit der Leistung und einen Zusammenhang der Gestalt erkennen, fort zu den Geweben, welchen aus der Technologie genommnen Ausdruck man für Zusammenstellungen von Elementen anwendet, ohne dass für die Art des Zusammengestellten und die Form der Zusammenstellung ein Präjudiz erwüchse, so dass die Elemente weder fasrig noch die Verbindungen, wie in Kunstgeweben, Verflechtungen zu sein brauchen, man vielmehr von einzelnen flüssigen Geweben redet und die Verbindung am gewöhnlichsten eine mosaikartige ist.

Es kann weiter in einem Haufen von Plastiden, dessen äussre Lage sich differenzirt hat oder nicht, ein Hohlraum entstehen und können dadurch bei Mehrschichtigkeit ein äussres und ein dem Binnenraum zugewandtes Plastidenlager zu einander und zu etwaigen zwischen ihnen eingeschlossenen Schichten in Gegensatz treten. In der Gewebsdifferenzirung, die dabei zu Stande kommen kann, erheben sich die Thiere über die Pflanzen. Bei diesen beschränkt sich die Differenzirung wesentlich auf eine Unterscheidung von Theilungsgeweben, Meristemen, deren Zellen unter langsamer Volumzunahme fortfahren sich zu theilen, und Dauergeweben, deren Zellen aufhören sich zu theilen, aber sich noch für Leistungen für das Pflanzenleben ausbilden. Das in diesen mögliche Verschwinden des Protoplasmas oder dessen Unthätigkeit, die ihnen gewöhnliche Rigidität, besondre weitre Einrichtungen und Anordnungen beweisen, dass sie mehr durch das Fertige, durch mechanische Eigenschaften bereits aus dem Leben getretner Theile und durch Darbietung ihres Inhalts zur Verwendung in andern, als direkt durch Lebenserscheinungen, Wechsel an sich selbst, dienen. Die Gegensätze der

Digitized by Google

Funktion, welche sich bei den Thieren mit verschiedner Lagerung der Gewebe verbinden, greifen viel direkter in die Lebenserscheinungen ein.

Es sind in der ersten Embryonalentwicklung zweierlei Arten solcher Hohlräume möglich. Der eine gewährt eine Verdauungshöhle, meist später ein Verdauungsrohr, einen Nahrungskanal, Darmkanal. Der andre spaltet die diesen umschliessenden Gewebe und bildet die Leibeshöhle. Kowalevski hat das Verdienst, hervorgehoben zu haben, wie auf zwei wenigstens auf den ersten Anblick ganz verschiednen Wegen ein Verdauungshohlraum gebildet werden kann. Was hierbei geschieht, ist von grösster Wichtigkeit für Verständniss thierischen Baus und Funktion; es ist eine so elementare Gewebsdifferenzirung, dass wir es hier untersuchen müssen, indem wir auf die ersten Stadien der Entwicklung des Embryos aus dem Ei eingehen. Grade hier findet die Vorstellung einer Entstehung des Zusammengesetzten aus dem Einfachen thatsächliche Grundlagen.

Das thierische Ei ist in einigen Fällen als einfache thierische Zelle betrachtet worden. So neuerdings wieder von Kleinenberg in seiner anatomisch entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung der Hydra. Nach seiner Meinung aus dem äussern Zelllager, dem Ektoderm, entwickelt sich eine Zelle mächtig vor allen Nachbarn und macht sich selbstständig; der Kern, dessen nucleolus verschwindet, wird ein wirkliches Bläschen, Keimbläschen, in welchem später der Keimfleck entsteht und welches lange vor der Befruchtung verschwindet. In denjenigen Fällen, in welchen sich, wie bei Trematoden oder Cestoden aus dem Keimstock eine Zelle, in der Regel als Keimbläschen gedeutet, ablöst und sich dann mit sogenannten Dotterkörnern aus den Dotterstöcken umgiebt, kann nicht wohl das damit gebildete Ei jenem Hydra-Ei gleich verstanden werden. Auch für die Fälle, in welchen ein mit Dotter umhülltes Keimbläschen an einer Stelle, im Eierstock, fertig gestellt wird, muss es ganz von der Einzeluntersuchung abhängen, ob man den Dotter als dem Keimbläschen zugegeben, von ihm um sich gesammelt, arrogirt, oder den Dotter als den Plasmakörper betrachten soll, welcher jenes in sich oder doch sich mit ihm gleichzeitig entwickelt hat. Nach Göttes's, während dies gedruckt wurde, erschienener Entwickelungsgeschichte der Unke, entsteht das Keimbläschen aus Verschmelzung mehrerer Kerne von Epithelialzellen in einer Abschnürung, in welcher andere gleichwerthige Zellen zu einer Follikelwand um jenes sich constituiren. Bei der Reifung des Eierstockeis schwindet es; seine Masse, das Plasma der Zellen, aus der Verschmelzung von deren Kernen es entstand, die Ausscheidung der umgebenden Follikelwandzellen setzen den Dotter zusammen, als einen Keim, welcher aus einer gleichartigen, in keinem Theile organisirten Masse besteht. Es können ferner verschiedene Arten von Dotter, weisser und gelber des Huhns, dann zum Dotter überhaupt, von ihm deutlicher verschieden, das Eiweiss, auch Dotterhaut und Eischale sehr verschiedner Beschaffenheit, Laichmassen,

Digitized by Google

Kitte und Anderes mitgegeben sein und das Ei im weitern Sinne bilden helfen.

Die Verschiedenheiten, welche durch die ungleiche Anwendung aller dieser Möglichkeiten für das Verständniss der Konstitution von Eiern bestehen, werden zum Theil leicht für das weitere Verständniss eliminirt, zum Theil aber scheinen sie so tief zu greifen, dass wir zu Zweifeln kommen, ob das Ei gleichmässig und wodurch es eigentlich repräsentirt sei, durch den Dotter oder das Keimbläschen, ob in gegebnen Fällen ein Keimbläschen zum Dotter stehe wie der Kern zur Plastide oder ob der Dotter ein dem Keimbläschen bald nicht, bald in einer, bald in zwei Modifikationen beigegebnes Material, jenes die eigentliche Plastide sei. Wir finden dann parallel Alles das, was die Stellung des Kerns zur Zelle in andern Fällen unsicher macht, und für die weitre Entwicklung des Eis speziell jene Ungleichheiten, die wir bei Entwicklung von Samenfäden für das Verhalten des Kerns der Samenzelle aus den Beobachtungen angeführt haben. So wird es glaublich, dass die von Verschiedenen gemachten sehr ungleichen Mittheilungen in den Thatsachen gut begründet sind.

In einigen Eizellen würde nach diesen Mittheilungen das Keimbläschen vor der Befruchtung verschwinden, in andern würde es von der Befruchtung an vermisst, vielleicht zuweilen durch Auflösung, andere Male, besonders nach Oellacher's Untersuchung am Forellenei, durch Ausstossung aus dem sich umgestaltenden Dotter, Rückziehung dieses von jenem. Wenn das Keimstockprodukt der Trematoden gleichwerthig dem Keimbläschen erachtet wird, dann scheint hier vielmehr das Keimbläschen die weitere Umbildung zu beherrschen und, statt als ein einzelnes Element selbst bei Seite zu treten, in mehreren Körnern die Reste ausgenutzter Dottersubstanz bei Seite zu werfen. Bei den Trichinen meine ich die Theilnahme des Keimbläschens an den folgenden Vorgängen erwiesen zu haben*) und auch beim Vogelei finden wir die Theilung des Keimbläschens als Anfang der Furchung angegeben.

Es ist für das Weitere unwesentlich, welcher Hauptbestandtheil des Ei's bei der Entwicklung in den Leib aufgenommen, zu ihm verwandt wird und die Vorgänge einleitet. Wirksam ist ja Jedes, es fragt sich nur, wann seine Thätigkeit erschöpft ist und neues Material die Arbeit übernehmen muss. So ist es auch weniger wesentlich, ob die nachfolgenden Vorgänge den ganzen Dotter ergreifen, holoblastisch, oder nur einen Theil, meroblastisch, so dass der Rest zu dem sich zum Keime Gestaltenden in ein ähnliches Verhältniss tritt, wie etwaige andre, schon durch ihre Beschaffenheit, nicht nur durch ihr Schicksal als zugegeben unterscheidbare, Theile, und ob die Theilung und Zellbildung deutlich an einer Stelle rascher vor sich geht oder sich

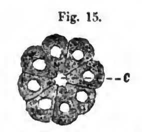
*) Siehe Fig. 14. pag. 117.

Digitized by Google

das der Beobachtung entzieht, so dass der Vorgang gleichmässig und gleichartig den ganzen Dotter zu ergreifen scheint. Für alle diese Verschiedenheiten ist die Menge der dem nächsten Eikörper mitgegebnen organisirbaren und einverleibbaren Substanz wahrscheinlich die wesentlichste Grundlage.

Wenn wir das die Infusorien Betreffende bei Seite setzen, uns vorbehaltend später zu prüfen, was von ihnen überhaupt als thierisch anerkannt werden könne, so geschieht an den Eiern aller Thiere der Anfang der Entwicklung eines Embryos dadurch, dass der Dotter oder ein Theil desselben sich theilt und so eine Vielheit der Elemente hergestellt wird. Diese Theilung, oder Zerklüftung, wegen des sehr allgemein angenommenen, jedoch z. B. von Götte, insofern sich zuerst im Innern die festen Dotterelemente in Haufen scheiden, geleugneten Beginns an der Oberfläche auch Dotterfurchung genannt, wird zuweilen eingeleitet durch Vortreten höckerartiger Fortsätze aus der Dottermasse, zwischen welchen dann eine Grube den Anfang der Furche bezeichnet, welche sich zur durchgehenden Spalte ausdehnt; auch drängen die Theilstücke wohl wechselnd wieder gegen einander, schwankend, bevor die Theilung vollkommen wird. Indem dabei festere Dotterantheile sich mehr zusammendrängen, tritt flüssigere Masse aus ihnen aus, sie vor der Hand bindend, wenn sonst keine Hülle oder Abschluss vorhanden ist. Aus der Zweitheilung geht, indem eine zweite Theilungsfläche mit der ersten durch denselben Durchmesser aber in rechtwinkliger Schneidung zur ersten sich legt, die Viertheilung hervor, aus dieser bei gleichmässiger Klüftung eines ganzen kugligen Dotters durch eine dritte, jene beiden Ebnen rechtwinklig schneidende, wenn jene durch die Eipole gelegt gedacht werden, mit äquatorialer Furche beginnende, die Achttheilung. Vier abgerundete Dottersegmente oder Dotterkugeln vermögen schon eine Höhle zu umschliessen, welche von da ab vollkommner wird. Jede Kugel theilt sich wieder in zwei und so fort, wobei die Theile mehr und mehr konisch werden, auch weitre Theilungsflächen nicht durch die Durchmesser gelegte Ebnen zu sein brauchen, sondern als kleinere Kugelflächen oder Theile solcher die Radien schneiden können. Eine Theilung braucht durchaus nicht fertig geworden zu sein, bevor eine zweite beginnt, eine Abtheilung kann in der Theilung rascher voran gehen als die andre. In immer weiter fortgeführter Theilung stellt sich aus den Dotterkugeln, indem früher oder später in den Theilprodukten Kerne entstehen, durch welche die Dotterstücke zu Embryonalzellen werden und indem der von den festeren Gebilden umschlossene mit Flüssigkeit gefüllte Raum, die Segmentationshöhle, Furchungshöhle Bär's, Bär'sche Höhle, bei allen grössern Eiern deutlicher wird, ein peripherisches Zelllager, eine Keimhaut, Blastoderm dar.

Fig. 15.

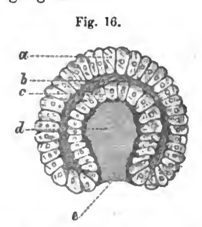


Ei von Sycon ciliatum O. Fabricius, vergrössert; Gattung Sycandra Häckel. Aus der Klüftung des Dotters ist eine einschichtige Zellhaut rings um eine Segmentationshöhle, c, hervorgegangen. Nach Mecznikoff.

Digitized by Google

Nach den Untersuchungen von Kowalevsky können wir zwei Wege weitern Verhaltens unterscheiden. Der erste, welchen man früher bei Wirbelthieren wenigstens nicht sicher kannte, kommt nach ihm unter diesen mindestens dem Amphioxus, wie verschiednen niedern Thieren, Würmern, Schnecken, Echinodermen, Rippenquallen, Quallen, Aktinien, Aszidien zu und ist ebenso von Loven, Vogt, Ray Lankester beobachtet worden. Er ist aber nach Untersuchungen von Rusconi, Stricker und Neuerern auch bei den Batrachiern vorhanden. Man kann ihn Invagination nennen. Das kuglige, nur eine Lage Zellen zeigende Blastoderm, die Blastosphäre, des Amphioxus, $0{,}_{20}$ mm. im Durchmesser bietend, wird nach wenigen Stunden oval, darauf durch immer stärkeres Zurückbleiben eines Theils der Wand gegen den entgegengesetzten nierenförmig, bis sich endlich ein Theil der Wand in den Rest der Kugel einstülpt. Die Embryonalanlage ist eine zweischichtige hohle Halbkugel geworden. Der freie Rand dieser, an welchem das äussere Zelllager in das innerlich gewordne übergeht, engt in Zellvermehrung die Oeffnung mehr und mehr ein. Man hat dann zwei Hohlräume, wie oben angedeutet, welche, wie eine verschiedne Bedeutung, so auch eine verschiedene Entstehung haben. Zuerst die Segmentationshöhle, welche zu einer im Durchschnitt lineären Spalte werden musste, als sich ein Theil der Blastosphäre einstülpte, und von Innen sich an den Rest anlegte; dann die von diesem eingestülpten Theil umschlossne Höhle, welche die spätere Verdauungshöhle ist und vorläufig nur einen Eingang hat.

Fig. 16.



Ei einer Sagitta, 220 Mal vergrössert. Das Blastoderm hat sich invaginirt. a. Aeusseres, sensorielles Blatt, Ektoderm. b, Die in einen Spalt umgewandelte Segmentationshöhle, Bär'sche Höhle. c. Untres, innres Blatt. Endoderm. d. Invaginationshöhle, Verdauungshöhle, Ernährungshöhle. e. Die von der Einstülpung her noch vorhandne Oeffnung, welche später zu verschwinden scheint. Nach Kowalevsky.

Die äussern Zellen bilden jetzt im Falle des Amphioxus Wimpern aus, die innern dagegen werden viel länger und von angesammelten Dotterkörnchen dunkler. So kommt zu den Verschiedenheiten, welche für die Funktion wegen der Lage nothwendig aus der Ungleichheit der Wechselwirkung erwachsen mussten, auch eine für den Bau. Die Wimpern sind sowohl im Stande, das Wasser auf der Oberfläche zu bewegen und so die Beziehungen zu durch die Eihaut diffundirendem lufthaltigem Wasser durch ihre Aktion zu erhöhen, als auch den Embryo nach Sprengung der Eihaut im Wasser ortsbeweglich zu machen: Bewegung des Wassers im Ei und Embryo oder Bewegung des Embryo im Wasser, beides ziemlich gleichwerthig.

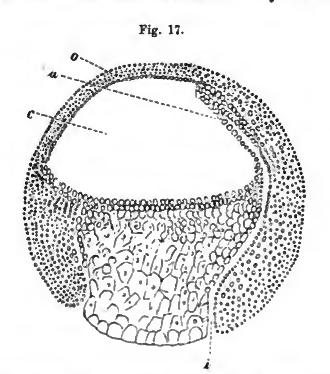
Der Embryo streckt sich und bildet aus der äussern und innern Zelllage seine Organe; es bricht nach Verwachsung der beiden Zelllagen eine zweite Oeffnung, Mund, durch, während die von der Invagination herrüh-

Digitized by Google

rende in diesem Falle der After würde. Nach Ray Lankester jedoch bleibt niemals von der Invagination her eine Oeffnung erhalten. Wir haben es hier mit dieser weitern Vollendung nicht zu thun, zunächst hauptsächlich damit, dass aus derselben Zelllage eines Blastoderm sowohl äussere Umkleidung des Körpers als innere Bekleidung der Verdauungshöhle hervorging und zwar durch Einstülpung.

Dieser Weg scheint einer zu sein, welchen ganz einfach Eier nehmen, welche relativ sehr wenig Dotter, namentlich keinen nicht gleichmässig zur Entwicklung kommenden Antheil „Ueberdotter", Deutoplasma Eduard's von Beneden, haben; vielleicht ist er in allen andern Fällen nur durch das ungleiche Verhalten des Eikörpers gegen die Zellbildung versteckt. Allerdings wäre nach Allman bei Hydroiden, Schulze bei Cordylophora, Kleinenberg bei Hydra, Häckel bei Siphonophoren und bei Kalkschwämmen, Foll bei Geryoniden der Vorgang prinzipiell anders. Die geschlossne Keimhaut soll sich hier ohne etwas, was auf Einstülpung zurückzuführen wäre, in ein äussres und innres Lager gliedern und ein Pol, aufbrechend und eine Verdauungshöhle bildend, das innre Blatt zur Auskleidung derselben machen. Das, was Häckel in dieser Beziehung von den Kalkschwämmen behauptet hat, und womit für das Aufbrechen die neuern Mittheilungen von Carter übereinstimmen, wird übrigens von Mecznikoff auf das Entschiedenste bestritten. Sycon ciliatum (Sycandra raphanus Häck.) bildet nach der Schildrung Mecznikoffs erst eine Segmentationshöhle, bekleidet sich unvollständig mit Wimpern, stülpt sich auf dieser gewimperten Seite zum Endoderm ein, während die ungewimperten Kugelzellen am andern Pole wie bei Kieselschwammembryonen als skeletbildender Zellenhaufen auftreten. Ganz in Uebereinstimmung mit Mecznikoff sind wir geneigt, das als eine mangelhafte Ektodermbildung zu verstehen, so dass das mittlere, skeletbildende und spezifisch der Bewegung dienende Blatt nach Aussen nackt läge, etwa wie wenn ein Ganoidfisch, oder ein Schildkrötpanzer, oder ein Haifischstachel nach Abschleiss der Oberhaut und der

Fig. 17.



Durchschnitt durch die Keimhaut der grauen Kröte, Bufo cinereus Merrem, nach Stricker, vergrössert.
o. Decke der Furchungshöhle, obres Keimblatt. u. Boden derselben, untres Keimblatt, an dieser Stelle selbstständig. c. Furchungshöhle. Dieselbe verkleinert sich allmählich zu Gunsten der Invaginationshöhle und der Gewebsentwicklung. i. Verdauungshöhle, jetzt spaltförmig.

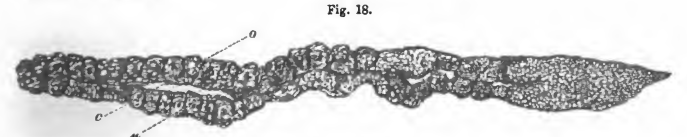
Digitized by Google

von ihr dependirenden Gebilde nackte Knochen zu Tage treten lässt. Ray Lankester hält die beiden Formen der Höhlenbildung für vollkommen äquivalent. Es würde aber, wenn die Beobachtungen der zweiten Modalität einfach so verstanden werden müssen, wie es geschehen ist, die Segmentationshöhle selbst Verdauungshöhle werden. Man kann jedoch sich sehr wohl Vorgänge denken, welche bei vollständiger Aequivalenz den Schein dieser Differenz geben.

Die Aequivalenz ist auch auszudehnen auf die etwas verwickelten Formen höherer Thiere, so nämlich, dass auch hier die Elemente der inwendig den Verdauungskanal auskleidenden Lage in Kontinuität der Entstehung und in ursprünglicher Gleichwerthigkeit zu denken sind mit denen der äussersten Lage. Bei Fröschen geht die Entwicklung in einer dem ersten Falle sehr gut vergleichbaren Weise; es ist nur die „Decke" der Furchungshöhle viel rascher zu kleinen Embryonalzellen geworden und bildet eine dünne Haut, während die Klüftungsprodukte am Boden eine noch wenig fortgeschrittene Masse von Dotterkugeln, den Dotterpfropf darstellen, so dass deren weitere Entwicklung erst während der Lagerung zu einem sich einstülpenden Theil oder der Umwachsung durch die Decke geschieht und in keinem Augenblicke ein die ganze Eioberfläche einnehmendes, gleichartiges, einschichtiges Blastoderm vorhanden ist, auch die Verdauungshöhle, neben dem noch unfertigen Bodenwulste von Anfang spaltförmig sich eindrängend, nicht als hohle Halbkugel, erscheint, und erst später auf Kosten der Furchungshöhle mehr Raum gewinnt.

So darf auch das doppelte Zelllager, welches nach Remak und Peremeschko beim Huhne nach der Befruchtung und vor der Bebrütung den Keim bildet, als Repräsentation dieser äussern und der eingestülpten Lage angesehn werden und der Spalt dazwischen als Bär'sche Höhle, obwohl der periphere Theil, mit welchem diese beiden Lager zusammenhängen, zur Zellbildung noch nicht gelangt, erst bei Bebrütung in das rascheste Voranwachsen geräth, und von Anfang an die Form einer Blastosphäre nicht erkennbar war.*)

Fig. 18.



Querschnitt durch die Keimhaut des befruchteten Hühnerei's nach Peremeschko, vor der Bebrütung vergrössert.

o. Obres Keimblatt. u. Untres Keimblatt. c. Spuren einer Segmentationshöhle, Furchungshöhle. Der grosse Umfang des unter u liegenden weiter verwendbaren, hier nicht dargestellten gelben Dotters lässt das untere Blatt so wenig konkav erscheinen, dass die Invagination ganz undeutlich ist.

*) Dass alle Furchung beim Hühnerei vom Keimbläschen ausgeht und jedes Theilstück etwas vom weissen Dotter an sich zieht und, es um sich formend, eine

Digitized by Google

Nach Bischoff wird beim Kaninchenei wirklich eine Keimblase gebildet mit einer Wand aus nur einer Lage Zellen. Nachher wird diese von einer Stelle aus, an welcher noch unverarbeitete Dottersubstanz liegt, dem Fruchthofe, doppelschichtig und so entsteht eine innere Haut. Der Vorgang wird wohl ähnlich verstanden werden dürfen wie der beim Frosche.

Böten auch nicht so, theils in einfachster, klarster Weise, theils wenigstens in ziemlich leichter Konstruktion, für äusserste und innerste Lage thierische Körper in der Entwicklung eine gewebliche Kontinuität und damit eine Art Beweis für eine bestimmte Vergleichbarkeit, indem jene als Zellen derselben Generation erscheinen, in der nur zuweilen eine Gruppe spät geboren ist, so würde diese Vergleichbarkeit doch durch die Gewebsgestaltung und Funktion gegeben sein. Abweichend vom gewöhnlichen Gegensatze eines vegetativen gegen ein animales Blatt, von dem wir gleich reden wollen, erscheinen uns diese ursprünglich überall am Keime äussersten, dann zum Theil innerlich gewordnen Zelllagen als die wahrhaft vegetativen, der Ernährung dienenden, die nächste und einfachste Beziehung des Austausches mit der Aussenwelt in direkter Berührung besorgenden Organe. Das gestaltet sich zwar sofort ungleich, sowie eine Einstülpung zu Stande kommt, ganz unabhängig davon, ob eine weitere Gewebsdifferenz sich ausbildet. Man denke sich, wie das so gewöhnlich ist, das Ganze in eine Flüssigkeit gebracht, so wird durch die Lage allein die Wechselwirkung zwischen dem äussern Lager und der umgebenden Flüssigkeit eine andre sein als die der innen liegenden gegen die in den Hohlraum tretende Flüssigkeit. Auch, so lange der Hohlraum eine bequeme Kommunikation mit Aussen hat, ist doch die Flüssigkeit in ihm für jedes Theilchen einer energischern Einwirkung der dicht umstellenden, für sie eine äussre Kugelbegränzung bildenden, Plastiden ausgesetzt als die aussen umgebende, in welcher das Zelllager nur als Kugel schwimmt, und jene kann weniger auf das Plasma einwirken als diese. So ist in solchen innern Lagen das Organische der aufgenommnen Aussenwelt gegenüber besonders mächtig, in den äussern aber ist die Einwirkung des Anorganischen oder Fremden auf das Organische lebhafter.

Die Verschiedenheit der Beziehungen zur Aussenwelt für die aussen und für die innen liegende Zellschicht bedingt in der Regel, soweit nämlich eine offne Höhle vorhanden ist, eine sehr vollkommne Gliederung der zu leistenden Arbeit; die äussere Schicht übernimmt die Athmung, die innere

---

Dotterkugel bildet, macht sehr geneigt, das Keimbläschen als das Regierende, den Dotter als das Zugegebne zu verstehn, als ein Nährmaterial, wie es auf sehr verschiedne Weise geliefert werden kann. Wenn dann der Dotter nicht eigentlich der Leib ist, so ist es nicht glücklich gewählt, wenn man, wie Häckel, die Besonderheit meroblastischer Embryonalbildung dadurch ausdrückt, es handle sich hier um Knospung am Dotter, nicht um Theilung des Dotters.

Digitized by Google

die Ernährung im engern Sinne, die Aufnahme von Stoffen, welche, durch die Athmung zur Oxydation gebracht, Grundlagen von Lebenserscheinungen werden können. Die Gegenstellung einer äussern Zelllage gegen eine innere ist demnach ein sehr bestimmter Ausdruck der Gliederung organischer Thätigkeit im Stoffwechsel nach Aufnahme und Abgabe, eine räumliche Gliederung, welche über die schon in Pflanzen gegebene zeitliche erhebt, von ihr so gut wie unabhängig zu machen im Stande ist. Darüber aber schwebt für Thiere die Verwandtschaft dieser beiden Lagen, als in einfachster Weise dem vegetativen Leben dienender, und ihre gleichmässige Gegensetzung gegen das, was sich zwischen ihnen etwa bildet, als eine spätere Zellgeneration von abweichendem Charakter, sei es einem von Beiden entsprossen und zugetheilt, sei es Beiden. Diese Verwandtschaft macht sich schon nach dem oben Gesagten in der Funktion geltend. Auch die Athmung auf äusseren Flächen ist für den Sauerstoff Stoffaufnahme, wie die Ernährung auf innern Flächen für andre Substrate der organischen Prozesse; auch die innern Flächen können, sei es an in den Darm aufgenommnes Wasser, sei es an in die vom Speiserohr abgezweigten Athemsäcke, Lungen, aufgenommne Luft, Kohlensäure und im Darme und seinen Anhängen zahlreiche andre Verbrauchsprodukte abgeben; auch die äussre Fläche kann an in Nahrung eingebetteten Thieren Nahrungsmittel aufnehmen. Wie diese dann die gesammte Ernährung besorgt, oder im Gegensatz nur Ausscheidung als Funktion der Einstülpungen erübrigt wie für die Wassergefässe der Trematoden und Cestoden und vielleicht die Lemnisken der Echinorhynchen, so können bei besondrer Gestaltung der äussern Lage zu wenig stoffwechselnden, schützenden, sparenden Gebilden, auch für die Athmung wesentlich Organe der innern Zelllage eintreten, so dass diese nahezu den ganzen Ernährungsprozess im weitern Sinne trägt. In jeder von beiden kann erheblich ungleiche Vertheilung gedachter Arbeiten, Bevorzugung einer Stelle für das eine Geschäft, einer andern für das andre und damit auch ungleichartige Gewebsgestaltung eingerichtet sein. Indem das für beide mit ganz analogen Mitteln geschieht, wird die grundsätzliche Gewebsgleichartigkeit um so deutlicher.

Man kann alle einfach hieraus resultirenden Gewebe als Epithelialgewebe bezeichnen. Der Name Epithelium oder eigentlich Epithelia ist von Ruysch eingeführt für das äussre Lager von Zellen, welches er auf den Papillen der Haut von den tiefern Schichten zu unterscheiden vermochte. Die Ableitung von ἐπί und ϑηλή, Zitze, und nach der Gestalt übertragen Papille, gestattet, in der Verallgemeinerung, welche die Verbreitung solcher Zelllagen auch ohne unterliegende Papillarentwicklung verlangt, den Namen beizubehalten, aber nicht eben so gut, ihm für den Fall, dass eine solche Schicht als Auskleidung innerer Hohlräume auftritt, entsprechend den eines Endothelium nachzubilden und anzuwenden, wie das 1865 His eingeführt hat,

Digitized by Google

um die epithelialen Ueberzüge der serösen Häute, das Peritonealepithel, besonders zu bezeichnen. Das ἐπί sollte nicht weggelassen werden, sondern identisch erhalten bleiben, weil wir damit den Ausdruck für die Gränzlage haben. Die innern Epithelien liegen in der Regel nicht den Hautlagen innen an, welchen die äussern aussen anliegen, weil durch Spaltung des Mesoderms die Bär'sche Höhle beide von einander trennt. Wo sie das doch thun, repräsentirt das zwischen ihnen Liegende im Ganzen nicht einfach die Haut, welche in dem θηλή, einem ihr zukommenden Theil, mit pars pro toto, den Ausdruck fand, sondern mehr. Eher würde es angehn, die äussre Lage als epiblastische Epithelien, die eingestülpte oder schon anfänglich zentral liegende als sekundär und primär hypoblastische zu bezeichnen, weil sie als Decke und Boden des Keims einander entgegentreten. Beide können nach Foster's Vorschlag, wenn einfache Zelllagen, monoderisch, wenn mehrfache, polyderisch genannt werden. Aus epiblastischer wie hypoblastischer Lage können durch Einstülpungen mit offen bleibendem Zugang in mannigfacher Ausführung besondre Absonderungsorgane, Drüsen gebildet werden. Die absondernden Elemente aller eigentlichen Drüsen, der Drüsen mit Ausführungsgängen, innerer wie äusserer sind Abkömmlinge der Epithelien. Es bedarf zum Theil besondrer Untersuchung, sicher zu stellen, dass von der Verbindung mit der freien Fläche abgelöste Zellengruppen gleichen Charakters, über das Nächste, also z. B. geschlossne Follikel, Schmelzorgane bei Bildung oberflächlicher Lagen für die Zähne, hinaus, auch weiter, in sogenannten Blutdrüsen, Lymphdrüsen, in der Innenwand der Gefässe, Bekleidung der serösen Häute, oder Organe, deren definitive Verbindung mit den freien Flächen erst später erfolgt, doch von jenen oberflächlichen Zelllagern ursprünglich direkt abgeleitet werden können. Während unter den Epithelien physiologisch Epidermiszellen, Schleimhautzellen, Drüsenzellen, Gefässepithelien, Epithelien der serösen Häute unterschieden werden können, gestatten histologisch ausser der möglichen Wimperausbildung geringere Verschiedenheiten der Gestalt, runde Epithelien, Cylinderepithelien, Pflasterepithelien, polyedrische, spindelförmige und Wimperepithelien zu benennen. Es kommen dazu die Verschiedenheiten der räumlichen Anordnung der ganzen Gewebsmassen, die ungleiche Verbindung mit andern Geweben und es stellt sich so auf dieser Grundlage der Epithelien eine grosse Mannigfaltigkeit aufnehmender, verarbeitender und ausscheidender Apparate dar. Indem man in der Embryologie das äussere Blatt das Hornblatt, das innre das Schleimblatt zu nennen sich gewöhnt hat, wird man allerdings dem gerecht, dass in der Regel, aber nicht immer, die äussere Lage die härtern Epithelien liefert, die innre die weichern, jene die das Ganze schützende, diese vielmehr die den Stoffwechsel besorgende Lage wird. Aber grade für die Entwicklung hat das viel weniger Bedeutung als die ursprüngliche Gleichwerthigkeit, welche in der Invagination so deutlich

Digitized by Google

wird, und diese Uebereinstimmung ist ein viel wichtigerer Schlüssel als jene sekundäre Gegenstellung. Es ist nicht am Platze, auf die Histologie der Pflanzen näher einzugehn, aber im Ganzen werden die Gewebe der Pflanzen als überall aus einem ebenso gleichwerthigen Zelllager sich entwickelnd gedacht werden dürfen, wie es hier in der Keimhaut von Anfang gegeben ist, und die von der Epidermis in der Botanik gesonderten Hypoderm- und Grundgewebschichten sind nicht als so weit von jener sich entfernend anzunehmen, wie wir das für bei Thieren sich weiter entwickelnde Lagen bemerken werden. Die Einstülpung von äussern Flächen zu besonders wirkenden Hohlräumen ist bei Pflanzen selten auffällig, obwohl die in die Interzellularräume führenden Spaltöffnungen dahin gezählt werden können. Den echten Wurzeln fehlend, dienen sie bekanntlich der Pflanzenathmung, welche aber auch die Bildung flüssiger und fester Körper ermöglicht. Ganz eigenthümliche, mehr den Verdauungshöhlen der Thiere vergleichbare, Bildungen findet man in seltnen Fällen. Die den Aristolochien verwandte Nepenthes bildet das Ende ihrer schmalen stark gekrümmten Blätter zu einer mit einem beweglichen Deckel geschlossnen Urne oder Kanne, zuweilen von mehr als einem halben Fuss Länge und mehr als zwei Zoll Weite aus, welche man mit Flüssigkeit gefüllt findet. Man war schon früher geneigt, dieses Gefäss in sofern einem Magen zu vergleichen als es im Stande sei, den zeitweise gegebenen Wasserzufluss nach und nach zur Verwendung kommen zu lassen. Hooker hat gefunden, dass die Pflanze selbst die Flüssigkeit absondert mit Drüsen, welche, wie in den Epithelien der Thiere, so auch in den Geweben der Pflanzen, sei es einzellig durch besondre Funktion einzelner Zellen, sei es unter Zusammentreten mehrerer Zellen, vorkommen, deren Absonderung oder Inhalt aber in der Regel nicht weiter bei der Aufnahme in den Pflanzenleib in Betracht kommen, sondern ein reines Ausscheidungsprodukt darstellen soll, mag solches wirklich austreten oder in den Geweben liegen bleiben. Bei Nepenthes dagegen soll die Absonderung der Drüsen in den Kannen, indem sie sauer reagirt, Fäulniss der Eiweisskörper hindert, letztere gallertartig umwandelt und löst, in die Kannen gefallne Thiere so verändern, dass Substanzen aus denselben in die Pflanzengewebe aufgenommen werden können und werden, ohne dass dieselben vorher zu Kohlensäure und Ammoniak zerfallen wären. Darüber will auch Mohnicke Beobachtungen gemacht haben. Es würde das diese Pflanzen verbinden mit parasitischen, welche überhaupt auf Kosten andrer Gewebe leben, ohne für deren Bewältigung Hohlräume herstellen zu müssen. Die Blätter der ostdeutschen Sumpfpflanze Aldrovanda, welche man fast immer zusammengeklappt findet, nehmen nach B. Stein doch diese Haltung nur auf einen Reiz ein und umschliessen dann zwischen den sich kreuzenden Borsten der beiden Blatthälften kleine Wasserthiere; eine andre Wasserpflanze, Utricularia vulgaris, hat an den Blättern bis erbsengrosse Blasen mit

Digitized by Google

zwei kommunizirenden Höhlen. Von diesen öffnet sich nach Cohn die kleinere, als „Mundhöhle", mit einem, durch eine Klappe gegen das Austreten verwahrten, Spalt nach Aussen. Eindringende Thierchen oder Algensporen sind der Einwirkung eines Schleimes ausgesetzt, welcher durch Auflösung der Scheitelzellen der die Mundhöhle bekleidenden Kolbenhaare frei wird. Aldrovanda und Utricularia haben keine Wurzeln.

Bei Dionea muscipula soll nach Darwin eine ähnliche Absonderung der Drüsenhaare an dem auf Anrühren zusammenklappenden Fortsatze der Blattspitze, wie bei Nepenthes, sauer sein und Insekten, welche durch jene Bewegung gefangen worden sind, verdauen. Die an den Blatträndern stehenden, an ihrer Spitze mit einer kleinen, ovalen, ein Tröpfchen einer klebrigen Flüssigkeit absondernden Drüse versehenen, bei Berührung von Insekten sich einschlagenden Haare von Drosera sollen auch einen verdauenden Einfluss auf solche Thiere geltend machen. Alle diese Beobachtungen von Einrichtungen, in welchen sich mehr oder weniger deutlich Hohlraumbildung, Saftabsonderung und Festhalten fremder Organismen verbinden, befinden sich wohl noch in den Anfängen. Es müsste durch vergleichende Versuche erst sicher gestellt werden, dass jene Pflanzen wirklich Nährstoffe aus ihrer „Beute" entnehmen.*)

Bildung innrer Höhlen gestattet den Thieren, ausser der Sicherung der Beziehungen zur Aussenwelt für die engere Ernährung durch Einverleibung von Nahrung in Vorrath, eigne Abscheidungen, nachdem sie, mit dem Einverleibten in Berührung gebracht, auf dieses eingewirkt haben, ganz oder theilweise wieder aufzunehmen. Indem so die Organismen von ihrem Eignen abgeben, aber nicht mehr, als sie wenigstens einmal entbehren können, von diesem möglichst Viel wieder aufnehmen und vom Neuen nur soviel, als sich damit amalgamirt hat, verbindet sich die Beschaffung einer kleinen besondern Aussenwelt in ihrem Innern mit der Fähigkeit, diese ausserhalb ihrer lebendigen Substanz doch schon theilweise sich gleich zu machen. Die ganze Verdauung ist ein äusserer vorbereitender Akt und gewährt durch Theilung des Vorgangs eine grössre Leichtigkeit der Assimilation. Ohne das kommt jedoch thierische Assimilation zu Stande, wenn die gegebne Speise schon in hohem Grade vorbereitet ist, bei endoparasitischen magenlosen Thieren. Die äussern Schichten müssen hier, grade wie sonst innere, auswählend die Resorption besorgen, aber eine Ausscheidung in das umgebende Nahrungsmaterial mit dem Erfolge vorbereitender Verdauung scheint nicht stattzufinden.

---

*) Die Experimente von Martin Ziegler an Drosera, regiert von dem Gedanken der Uebertragung eines besondern Prinzips, sind nicht zur Aufklärung verwendbar. Vielleicht sind es sehr schwache ammoniakalische Ausdünstungen, welche die Bewegung hervorrufen.

Digitized by Google

Aus den äussern Epitheliallagen können sich, namentlich als Milchdrüsen, Organe entwickeln, welche für zu pflegende Brut gradezu passende Nahrung abscheiden.

Das von innern Epitheliallagen aufgenommene Material wird während des Aufenthalts im Körper theilweise den Plastiden zugelegt und durch sie zu Körpertheilen gemacht, theils wird es direkt, oder nachdem es Körpersubstanz im engsten Sinne war, vermittelst innerer oder äusserer Epithellagen abgegeben, falls es nicht im Körper selbst als bei Seite gelegte Substanz liegen bleibt. Durch die verschiednen, fettige Körper absondernden, Hautdrüsen, besonders auch Milchdrüsen, zieht sich zu den, Fettsäuren liefernden, Schweissdrüsen und der Kohlensäureausscheidung athmender Flächen eine beachtenswerthe Reihe von Absonderungen durch äussre Epithellagen mit verschiedner Beschaffenheit, namentlich auch mit verschieden hohen Oxydationsstufen.

Wir legen ganz besondern Werth darauf, die äussere und innere so gebildete Lage, beziehungsweise, wenn dazwischen weitere gebildet werden, die äussere und innere Gränzschicht als das vorzüglich Vergleichbare hinzustellen.

Die Gegensetzung einer äussern und innern Zelllage, beider als Gränzschichten, hat bei Hydroidpolypen im Allgemeinen die englischen Autoren, Allman, Huxley, Wright und andre veranlasst, für diese beiden Lagen die Namen Ektoderm und Endoderm anzuwenden. Als das in deutsche Literatur überging, brauchte Claus diese Ausdrücke ebenso bei Hydra, Siphonophoren, Larven von Cölenteraten und schrieb dabei wechselnd Entoderm, welche Wortumändrung sprachlich nicht begründet ist. Ray Lankester versuchte die Uebereinstimmung der Zelllage in den verschiedenen Thiergruppen zu beweisen und Huxley wies auf die Aequivalenz des Ektoderm und Endoderm der Cölenteraten mit dem äussern und innern Keimblatt des Wirbelthierembryo hin. Das bestätigte Kleinenberg in der Entwicklung der Hydra. Häckel, welcher gleichfalls Entoderm und neuerdings statt Ektoderm: Exoderm schreibt, stellte die Urthiere, Protozoa, als eines Endoderms oder Gastrophyllum ermangelnd, den höhern Thieren, Metazoa, welche ein solches besitzen, entgegen, welch' letztre man, weil sie allein den Keim mit seinen zwei Blättern bilden, keimbildende Thiere, Blastozoa, nennen könne, oder weil das eine Blatt eine Verdauungshöhle konstituirt, Magenthiere, Gastrozoa. Die Betonung des Mangels eines Endoderms bei den Protozoen hat eine logische Schwäche, wenn man wie Häckel die Infusorien für einzellig ausgiebt. Wenn das Majus, die Einzelligkeit, ihre Eigenschaft sein soll, kann das Minus, der Mangel der einen Lage von Zellen oder des Innerlichwerdens eines Theiles der Zelllage, nicht wohl als Kriterium dienen. Wenn wir die Einzelligkeit bei echten Infusorien nicht annehmen, wäre jene Weise der Unterscheidung soweit zu-

Digitized by Google

lässig, als nicht eine in's Innere führende Oeffnung vorhanden ist. Infusoria ciliata astoma würden dann als aktuelle Bionten entsprechen einer gewimperten Blastosphäre als virtuellem Bionten. Sowie eine Mundöffnung da ist, ist der Gegensatz für Innenfläche und Aussenfläche physiologisch gegeben, es ist etwas erreicht, was wichtiger ist als die Zelleinheit, und, da über die Unterscheidung zweier Zelllager dann mindestens ebensoviel gestritten werden könnte, als über die Anwesenheit mehrerer Zellen überhaupt, passt die Betonung eines Endodermmangels auch in diesem Falle wenig.

Von den eben berührten Keimblättern bei Wirbelthierembryonen war zuerst das Darmblatt von C. F. Wolff 1759 in der theoria generationis und 1764 in der Schrift über die Bildung des Darmkanals beschrieben und die Entwicklung des Darmrohrs aus einer blattartig ausgebreiteten Anlage nachgewiesen worden. Das war von besondrer Wichtigkeit, weil das nicht eine Entwicklung aus Einschachtelung, eine Enthüllung, eine evolutio, sondern eine Entstehung von gänzlich Neuem aus einfachstem Material, eine Epigenese, war und somit die hartnäckig festgehaltne Evolutionstheorie und ihre ungemein phantastischen Konsequenzen stürzen mussten.*) Auch war Wolff die Aehnlichkeit der blattartigen Darmanlage mit drei andern Anlagen, der des Nervensystems, der Fleischmasse, des Gefässsystems und die Bedeutung bläschenartiger Elemente bei dem Wachsthum dieser Systeme nicht verborgen geblieben und er hatte als das Wesentliche des Vorgangs die Kombination des Thiers aus vier zu verschiedenen Zeiten gebildeten ungleichen Lagen, in Beherrschung der Gestaltung durch einen Typus, philosophisch erkannt. Erst als durch Meckels Uebersetzung 1812 diese Arbeiten Wolffs neu eingeführt wurden, baute die Döllinger'sche Schule, Pander, Bär, Rathke, unterstützt durch die Untersuchungen andrer über Ei und Befruchtung, darauf die elementaren Grundlagen der jetzigen Kenntnisse in Entwicklungsgeschichte. Pander unterschied in der Keimhaut des Hühnchens das äussre seröse Blatt vom innern, dem Schleimblatt, zwischen welchen sich das Gefässblatt entwickle. Von letzterm kann erst im Buche von der Organisation die Rede sein. Bär sah die anfängliche Trennung nicht, sondern erst später die Scheidung in ein äusseres animales Blatt mit Hautschicht und anhängender Fleischschicht und ein inneres vegetatives mit Schleimschicht und anhängender Gefässschicht. Er hob die Möglichkeit gemeinsamen Ursprungs der Fleischschicht und der Gefässschicht in einer gemeinsamen mittleren Masse deutlich hervor. Zwei weitere Auffassungen, die von Reichert und Remak, stimmen darin überein, dass sie ein inneres Blatt für das Darmepithel, Darmdrüsenblatt, und ein mittleres, membrana intermedia, motorisch germinatives Blatt, annehmen, während

*) Dass übrigens schon Harvey über hundert Jahre vor Wolff Epigenesist war, haben wir oben bei Gelegenheit seines Gegners Baco hervorgehoben.

Digitized by Google

Reichert*) von der äussern Lage, dem Nervenhornblatt Remak's, eine äussere Abtheilung als eine vergängliche Umhüllungshaut ansieht, Remak nicht. His bezeichnet das motorisch germinative Blatt als Produkt der beiden andern Blätter, es habe keine unabhängige Entwicklung.

Da wir hier nicht weiter in die Entwicklungsgeschichte eingehn können, sondern nur die Differenzirung der Gewebe in ihren Grundlagen besprechen wollen, so wird es genügen, an das über ein äusseres und ein inneres Blatt Gesagte Folgendes über Zwischenschichten anzuknüpfen.

Es vermögen sich sowohl der äussern einfachen, einschichtigen, oder polyderischen, mehrschichtigen, als der innern Zelllage, soweit sie durch Epithelien repräsentirt ist, weitere Gewebe zu gesellen. Dieselben stehn zum Theil in sehr inniger Beziehung zu den gedachten Lagen selbst. Das gilt namentlich für das sogenannte nervöse Blatt, welches in der Regel mit der äussern Zelllage zum Nervenhornblatt zusammengeworfen wird. Diese innige Verbindung bestätigt sich besonders an den Zellen für Rückenmark und Gehirn, welche erst ganz oberflächlich liegen und flächig ausgebreitet sind, erst später als Wände eines engen Kanals stehen und überwachsen werden von den, bei ihrer Umwandlung zum Rohre sich über sie erhebenden und sie in Ueberwölbung umschliessenden, andern Theilen, bis sie endlich die tief versteckten nervösen Elemente werden. Man darf aber nicht ausser Acht lassen, dass das gedachte Rohr mit Epithel ausgekleidet ist. Dies beweist, dass auch hier nach Aussen von den nervösen, viel mächtiger sich entwickelnden, Elementen eine Lage des Keims Epithel wurde oder richtiger Epithel blieb, erst die äusserste auf der Fläche, später die innerste im vollendeten Rohr. Die äusserste Lage würde also, so innerlich sie werden mag, Epithel bleiben. Es können die nervösen Elemente als zunächst von den Oberflächenelementen abgeleitet, als das, was sich ohne Bildung weitrer Zwischenschichten den Epithelien gesellen kann, angesehn werden, aber sie sind immer etwas Anderes; das Nervenblatt ist nicht das äusserste, und das Nervenhornblatt der Wirbelthiere oder Hornnervenblatt ist etwas in sich Zweitheiliges. Nicht nur in den Zentralorganen gegen den Kanal und den daraus entwickelten Ventrikeln liegen die Nervenzellen den Oberflächen ganz nahe, sondern sie treten auch in der peripherischen Verbreitung hart an und zwischen die Epithelien. Die zwischen den beiden Endpunkten laufenden Verbindungsfäden sind zum Theil ersichtlich durch die Entfernung der peripherischen Theile von den zentralen im Wachsthum sekundär ausgezogen. Wie man, wenn auch die inter-

*) Es ist unrecht wenn Reichert so eine äusserste Lage als Umhüllungshaut bezeichnet, das, wie Häckel es thut, dahin auszudrücken, dass Reichert das ganze äussere Keimblatt, aus welchem Gehirn, Haut u. s. w. entstehn, als vergänglich ansehe; es dürfte sich hier wohl darum handeln, äussre, auch sonst der Abhäutung sehr fähige, Lagen von tiefern gesondert vorzustellen.

Digitized by Google

mediären Massen Nerven bekommen, nicht annimmt, das Nervengewebe sei für seine Entstehung abhängig von der einer intermediären Lage, so muss man es auch nur als zum Theil innigst verbunden betrachten mit der äussern Zelllage, dem Hornblatt, ebenso früh fertig gestellt als dieses, aber ebensowenig identisch mit ihm als etwa mit den Muskeln. Alles dieses Sekundäre, Nerven, Muskeln, Bindegewebe, entwickelt sich von dem äussern oder innern Blatt oder von beiden zusammen zu einem mehr oder weniger gespaltenen oder ungleich zugetheilten Zwischenblatt und es ist nicht in jeder Beziehung von gleich grossem Werth, die bestimmtere Verbindung des Nervenblattes mit der Epithellage zu betonen.

Da die Autoren ungleiche Beobachtungen über die Spaltung und Verbindung zwischen den einzelnen Lagen in der Geschichte des Keims gemacht haben, so ist vielleicht die Funktion wichtiger für das Verständniss als die Zusammenordnung während der Entstehung. Bei den höhern Thieren haben beide Epithellagen, welche wir als primäre vegetatives äusseres und vegetatives inneres Blatt nach ihrer Arbeitsleistung bezeichnen, welche das Uranfängliche sind und an ihren Rändern kontinuirlich in einander übergehn, eine Zutheilung weiterer Einrichtungen, welche wir als primär animale bezeichnen wollen; aber diese Zutheilung trifft beide nicht gleich. Wenn eine mehr oder weniger vollkommene Spaltung der primär animalen Gewebe zu Stande kommt, so wird im Allgemeinen und so sofort bei den Wirbelthieren dem Darmdrüsenblatt nur ein qualitativ und quantitativ geringerer Theil animaler Gewebe beigegeben, eine schwache Lage, bei den Wirbelthieren glatter, dem Willen nicht unterworfner, langsam arbeitender, aber auch langsam ermüdender, Muskelfasern, und eine Gruppe von Nerven, welche ihre Zustände unbestimmter und langsamer auf das Gehirn übertragen, die sympathischen, keine Knochen; dem Hornblatte dagegen ein qualitativ und quantitativ grösserer: mächtige, gegliederte dem Willen unterworfne, rasch reagirende, aber auch rasch ermüdende Muskeln, bei den Wirbelthieren im Gegensatze mit quergestreifter Faser, die Empfindung rasch und vollkommen leitende und ebenso schleunig Bewegung veranlassende Nerven, häufig ein die Arbeit der Muskeln gliederndes und bestimmendes festes Gerüst, bei den Wirbelthieren aus Knochen oder Knorpel. Stellenweise vollständig durch die Bär'sche Höhle, den Peritonealraum, getrennt, verbinden sich doch an gewissen Stellen, Mund, After, Mittellinie unter der Wirbelsäule, die beiden Gruppen, welche wegen jener grössern Zutheilung animaler Elemente zum einen und der stärkern Vertretung und Arbeit der vegetativen im andern, welche übrigens sekundärer Natur sind, öfters die gegensätzlichen Namen animales und vegetatives Blatt oder, wenn man in jedem die Benennung verschiedner Blätter möglich lassen will, animale und vegetative Sphäre, zu bekommen pflegen. Man sieht, dass die Verwandtschaft, wie der freien Flächen an diesen beiden Sphären, so auch der tiefer liegenden Theile beider,

Digitized by Google

je untereinander, histologisch wichtigere Uebereinstimmungen liefert, als die Art der Verbindung der beiderlei Elemente in jedem der Blätter Unterscheidungen. So vermag denn auch, abgesehn von der ersten Invagination, nachträglich das äussere Blatt in Einstülpung noch innerlich zu werden, die Mundhöhle und die Oeffnung des Mastdarms und der Kloake zu bilden und Elemente von der Natur, wie sie in ihm gewöhnlich ist, können von diesen Einstülpungen aus sich weiter einsenkende Einrichtungen versorgen. Es gelangen zum Beispiel bei Wiederkäuern quergestreifte Muskeln an der Speiseröhre bis zum ersten und zweiten Magen herab. Die Gefässe, in welchen die Epithelien auf eine Abkunft schon von den frühsten einfachsten Zelllagen deuten, bilden einen wesentlichen Bestandtheil in diesem intermediären Blatte und geben in dessen Spaltung jedem Antheil ihre Verzweigungen. An ihnen trägt die Herzmuskulatur einen mehr unentschiednen Charakter. Dass die Unterschiede der Muskellagen des sogenannten vegetativen und des animalen Blattes überhaupt nicht so viel zu sagen haben, beweist, dass sie auch in einigen andern Fällen sich mehr vermischen und dass ihre Gegensetzung nicht überall den gleichen Rang behauptet. Insekten haben auch innerlich quergestreifte Muskeln, Schnecken meist überhaupt nicht; und wo sie solche haben, verliert sich, wie ich bei der Zungenmuskulatur von Trochus gezeigt habe, der Ausdruck dieses Charakters manchmal nach dem Tode sehr rasch;*) Würmer haben theils quergestreifte Muskeln, theils nicht.

Die niederste Vertretung dieser eigentlich das thierische Leben erst bestimmt über das pflanzliche erhebenden intermediären Schicht, unsrer animalen, des Mesoderms, ist vielleicht die von Kleinenberg bei Hydra gefundene. Das Ektoderm besitzt hier zu äusserst eine einfache Lage grosser Zellen von solidem Protoplasma mit grossen elliptischen Kernen. Zwischen ihren sich zuschmälernden Wurzeln findet sich ein Interstitialgewebe von zahlreichen kleineren Zellen, welche theils Fadenzellen für die der ganzen Gruppe der Coelenteraten zukommenden Nesselfäden, theils einfache Kerne enthalten. Weiter innen stösst an das Endoderm ein schmaler heller Streif, in welchen Muskelfasern eingebettet sind, welche bei genauerer Untersuchung als sich rechtwinklig umbiegende und anlehnende Ausläufer der äussersten Zelllage erscheinen sollen, also als kontraktile Muskelfortsätze jener Zellen, verbunden durch Interzellularsubstanz, während die Zellen selbst durchaus nicht kontraktil sind. Kleinenberg hält den äussern Theil, die eigentliche Zelle, für empfindend, das Ganze für den niedrigsten Zustand des Nervenmuskularsystems, einen Träger doppelter Funktion, eine Nervenmuskelzelle. Zu innerst wird das Endoderm

*) Ueber quergestreifte Mundmuskulatur bei Neritina fluviatilis vergleiche man die Mittheilung im Kapitel über Nahrungsaufnahme und Verdauung.

Digitized by Google

von einer einschichtigen Lage gekernter hüllenloser Plastiden gebildet, welche an der Basis des Polypen und in den Tentakeln jede eine Vakuole führen, aber in der Magengegend in der Regel nicht. Ein Theil der Endodermzellen führt eine Geissel, einige zwei, viele keine; viele enthalten sehr kleine eiweissige Körper, die bei Hydra viridis zum Theil mit einem wirklichen Chlorophyllüberzug bedeckt seien, von dem wir später wieder reden müssen. Während Allman die Geschlechtsprodukte der Hydroidpolypen überall dem Endoderm zuschreibt, leitet Kleinenberg Hoden und, wie wir schon anführten, den Eierstock aus dem dem Ektoderm zugetheilten Interstitialgewebe her. Das Muskelblatt, Zwischenblatt, unser animales Blatt, ist also bei Hydra kein unabhängiges noch weniger ein gespaltenes Lager geworden. Man sollte aber nach dem Gang der Entwicklung dessen Herstellung vorzüglich aus der Decke des Keims herleiten, was das Wachsthum in scheinbarer Selbstständigkeit für den dem Boden, dem Schleimblatt, etwa zugetheilten, abgespaltenen Antheil nicht ausschlösse. Ueber den Coelenteraten, und schon in der Regel bei ihnen, wird dann die Entwicklung des Zwischenblattes deutlich.

Der vielzelligen Blastosphäre gab Häckel den Namen Morula, nach Einstülpung oder Eröffnung des Hohlraums in Durchbruch Gastrula, während Ray Lankester den in der Entwicklungsgeschichte der Polypen und Quallen für den wimpernden, sich festsetzenden und eintiefenden Embryo gebräuchlichen Namen Planula für diesen Zustand hatte beibehalten wollen. Indem Häckel statuirt, dass, weil alle Metazoa in ihrer individuellen Entwicklung, Ontogenie, von der Gastrulaform mit Urverdauungshöhle und Urmund ausgehn, auch ihre Stammesentwicklung, Phylogenie, auf die Gastrula zurückgeführt werden müsse, baut er darauf eine Gasträatheorie, nach welcher alle seine Metazoa einen Ursprung von einer einzigen Form, einen monophylen Ursprung, von einem Thiere der laurentischen Periode, welches er Gasträa nennt, gehabt haben sollen. Dieser Ausdruck wird für uns die Bedeutung haben, mit seiner Hülfe die Gleichartigkeit in der Entwicklungsgeschichte, soweit solche sich bestätigt, festzuhalten; der naturphilosophische Antheil der Theorie und die weitre Eintheilung der Metazoa aus der Entwicklungsgeschichte wird später berührt werden. Hier nur noch soviel: Den Zusammenhang der zwei Theile des Muskelblattes, des zum Ektoderm und des zum Endoderm zugetheilten, in der Axe der Wirbelthiere nimmt Häckel als Verwachsung, die bei unabhängiger Aktion beider einer Spaltung Platz macht. In die primitive Leibeshöhle, Coelom, werde durch die Darmwand Flüssigkeit transsudiren: erstes Blut mit abgelösten Elementen des dem Darm zugetheilten Mesodermantheils, des Darmfaserblatts oder der Darmfaserplatte. Wenn kein Coelom da ist, fehlt das Blut: Spongien, Akalephen, Turbellarien, Trematoden, Cestoden; mit einer Spur von ihm ergiebt sich das erste Blut: Hämolymphe, Hämochylus.

Digitized by Google

Das Coelom ist ihm also nicht Furchungshöhle, vesicula blastodermica, Bär'sche Höhle, weil das zu dem Durchbrechen der Schwämme nach Herstellung von Ektoderm und Endoderm nicht passt. Auch könne das Endoderm nie eine Leibeshöhle, ein Coelom, umschliessen, was sich gegen Leuckart's Theorie der Coelenteraten richtet, dass nämlich bei diesen der Darm in die Leibeshöhle übergehe. Die Bildung der Verdauungshöhle sei das phylogenetisch Aeltre; der Darm habe lange bei Acoelomen existirt, bevor bei Würmern das Coelom sich bildete. Die erste Lymphe wird jedoch nach dem Vorkommen farbloser Blutkörper in Leibeshöhlen und deren Auskleidung mit Epithelien vielmehr von den Epithelien als von einem aus solchen hervorgegangnen Darmfaserblatte abgeleitet werden müssen.

Huxley, in Gegenstellung der Thiere mit Zelldifferenzirung, Metazoa, gegen die Protozoa und Annahme, dass unter jenen die Coelenteraten und Skolecimorphen: Turbellarien, Nematoden, Trematoden, Hirudineen, Oligohöten, sowie vielleicht Räderthiere und Gephyrea, archäostom seien, den Urmund, Invaginationsmund, behielten, unterscheidet bei denjenigen, welche sekundär einen neuen Mund erhalten, den Deuterostomata, drei Entstehungsweisen für das Coelom. Bei den Echinodermen, Sagitta und Balanoglossus entstehe es nach A. Agassiz, Mecznitoff und Kowalevsky durch Abzweigung vom Darm: Enterocoela; bei den polychäten Würmern und deren oligomerer Modifikation, den Mollusken, sowie bei den Arthropoden durch Spaltung des Mesoblast: Schizocoela; bei den Tunikaten durch Invagination der äusseren Wand: Epicoela. Die Wirbelthiere sind schizocoël aber ausserdem kann bei ihnen in der Kiemenregion mehr äusserlich ein Coelom nachgeäfft werden durch die Ueberwachsung dieser Region durch ein Kiemendach, welchen Vorgang R. Leuckart und ich beim Amphioxus 1857 nachwiesen und welcher bei der Kaulquappe längst bekannt ist. Cestoden und Akanthocephalen seien sekundär mundlos gewordene Gasträen.

Indem die Bildung einer Verdauungshöhle, jenes Mitteldings zwischen Aussenwelt und Bestandtheil des Leibes dem Thiere eine periodische Unabhängigkeit für Nahrungsaufnahme und die oben geschilderte Möglichkeit giebt, aufgenommene Nahrung mit eignen Säften zu bearbeiten, ohne diese zu verlieren, gewährt sie daneben ein den thierischen Funktionen günstigeres Verhältniss zwischen Masse und Oberfläche, als es ein solider Körper haben würde. Die Leibeshöhle aber, mag das Coelom aus der Segmentationshöhle entstehn oder nicht, bezeichnet überall eine grössere Unabhängigkeit der Entwicklung und Thätigkeit der äussern, im alten Sinne animalen, Theile von den dem Verdauungsapparate zugetheilten und verlangt zugleich, je höher die Entwicklung jener sogenannten animalen Sphäre geht, um so sichrer die Herstellung von Einrichtungen, um die Errungenschaften der vegetativen Sphäre an Nahrungsmaterial auch ihr zukommen zu lassen, von beweglichen Geweben, Lymphe und Blut, und Bahnen für dieselben.

Digitized by Google

Wenn in lebenden Körpern eine Summirung gleichwerthiger oder differenzirter, ungleichwerthiger Elemente auftritt, erscheinen die Theile nur als Träger eines Antheils der Lebenserscheinungen und dem Ganzen gegenüber als dessen Arbeitswerkzeuge, Organe.

Den Ausdruck ὀργάνικος hat Aristoteles, Plutarch den Gegensatz ἀνόργανος. Diejenigen Philosophen, welche in einem Theile der Naturkörper ein Besonderes, Alles Durchdringendes und Beherrschendes über den Theilen und von ihnen ablösbar dachten, machten den Gegensatz des Organe, dem Ganzen dienende Theile, Besitzenden, des Organischen gegen das Anorganische immer geläufiger. Durch Buffon und Linné wurde diese Gegensetzung naturgeschichtlicher Schulbegriff. Buffon schien es übrigens schon, dass dieser Gegensatz den Verhältnissen nicht vollständig Rechenschaft trage. Man solle statt „Organisch" und „Roh" lieber „Lebend" und „Todt" einander entgegen stellen, denn Ueberreste lebender Wesen machten den Hauptbestandtheil von Marmoren, Mergeln, Torfen aus, so dass diese Stoffe, Organisirtes enthaltend, mit Unrecht als roh bezeichnet würden. So können für unser Auge Organisationsverhältnisse vorhanden zu sein scheinen, während sie es nicht so sind, dass die Lebenserscheinungen noch ungestört wären. Auch kann an einzelnen Stellen das Leben oder der Wechsel fehlen, wie es im Ganzen erloschen sein oder ruhen kann. Es kann also etwas organisirt sein, ohne doch zu leben, die beiden Begriffe decken einander nicht. Die Behauptungen von sehr alten Getreidekörnern oder Hülsenfrüchten, die doch noch keimfähig waren, in welchen die sie zum Wiedererwachen lebhafteren Stoffwechsels befähigenden, das Leben fortsetzenden, Vorgänge ganz minimale gewesen sein oder das Leben ganz hat ruhen müssen, werden von vielen Botanikern für Schwindel erklärt. Aber selbst bei Thieren kann ein starrer Zustand jahrelang dauern. 1701 sah Leeuwenhoek erstarrte Räderthiere, 1743 Needham Waizenälchen, 1776 Spallanzani Tardigraden, 1796 Guanzati polygastrische Infusorien in solchen lange währenden Erstarrungen. Bei den Waizen- oder Kleisterälchen kann die scheinbare Leblosigkeit nach Heys bis zu zehn Jahren dauern. Man lässt sie zu mikroskopischen Beobachtungen durch etwas Wasser nach Belieben wieder aufleben; das Erstarren im trocknen Waizenkorn gehört durchaus zu ihren normalen Erlebnissen. Ebenso ist Greeff geneigt, anzunehmen, dass Vortizellen und andere Wimperinfusorien Monate und Jahre erstarrt in der Erde oder unter Moos leben können. Nicht nur Austrocknen, sondern auch Gefrieren ertragen Thiere. Ich las selbst 1857 aus dem zurückgestauten Eise der Elbe bei Cuxhaven Rippenquallen, Cydippe, auf, welche so hart gefroren waren, dass man sie wie Steine rollen konnte, und welche doch in einem Glase Seewasser wieder alle Lebenserscheinungen entfalteten und noch mehrere Tage äusserten. Larven von Chironomusmücken überwintern in bis zum Grunde gefrorenen Tümpeln und

Digitized by Google

müssen das wohl auch nach den Berichten von Bessels über die Mückenschwärme, im höchsten Norden Grönlands noch in 81° 38′ N. B. thun, wo sie möglicher Weise Lufttemperaturen von unter — 40° C. zu überstehn haben. Auch Frösche ertragen zum Theil das Gefrieren und Aufthauen der Lymphe in den Unterhauträumen; Schnecken können Monate und Jahre in ihren Gehäusen eingeschlossen ohne Nahrung und Wasser lebend bleiben, wo allerdings in ihnen unterdessen die Lebensthätigkeiten nicht eigentlich still gestellt, sondern nur sehr verlangsamt sind, und haben dann wohl aufwachend sich in Sammlungen zu lösen gewusst und ihre eignen Etiquetten verzehrt. Es ist auch gar nicht undenkbar, dass eine Zeit lang in organischer Materie solche Vorgänge, wie sie sonst das Leben charakterisiren, überhaupt nicht stattfinden und doch nachher wieder eintreten, dass z. B. ein festerer, innerliche Umsätze nicht zeigender Plasmazustand erst bei Einwirkung von Licht, Wärme, Wasser einem andern beweglichen Platz machte. Etwas davon hat ja der ruhende Zustand in einem befruchteten aber nicht bebrüteten Ei. Was da, nachdem ein Gewisses abgelaufen ist, an Verdunstung und Anderem vorgeht, ist nicht mehr dem Leben zuzuzählen, sondern geschieht gegen das Leben. Die Substanz harrt, wie ein Samenkorn, mit einer gewissen, begränzten, Dauerhaftigkeit, der belebenden Einwirkung. Es wartet das, was bei sogenanntem latenten Leben im Genaueren geschieht, noch einer für die einzelnen Fälle gegliederten Untersuchung.

So lange man der Zelle gewisse Einrichtungen beimass und sie mit solchen als allgemeine Grundlage des Lebenden ansah, hatte sich der Begriff des Organischen, als durch gewisse äussere Eigenschaften vom Uebrigen scheidbar und durch sie besondrer Leistungen fähig, als ein Begriff auf gestaltlicher Grundlage, ein morphologischer Begriff, halten lassen. Man war darin durch die Zelltheorie noch befestigt worden. Was eben sonst keine Organe hatte, für das hatte sie doch die Zelle.

Jetzt kann der Begriff des Lebens nur an die Leistung geknüpft werden, er kann nur noch ein physiologischer sein, die lebenden Körper sind durchaus nicht mehr alle organisch im morphologischen Sinne. Die Begriffe Leben und Organisirtsein decken sich jetzt also auf beiden Seiten nicht. Während der Begriff des Organischen von sichtlicher und bedeutsamer Differenzirung der Theile entnommen wurde, finden wir das Leben seinen Anfang nehmen von Zuständen, in welchen eine gegensätzliche und spezifische Natur der Theile nicht zu erkennen ist. Es giebt ein allmähliches Herabsteigen zu, oder ein Aufsteigen ausgehend von Organismen ohne Organe, ohne morphologische Grundlage zu diesem ihnen eigentlich nicht gebührenden aber der physiologischen Leistung halber übertragenen Titel. Wenn wir den Plastiden eine verborgene Organisation zuschreiben, so hilft das nur scheinbar weiter, wir müssen doch mit dem, was wir nach höhern Thieren unter Organisation verstehn, irgendwo aufhören.

Digitized by Google

Man gab also zunächst für die ausgezeichneteren Fälle differenzirten Theilen, vielleicht in etwas weiterer Anwendung als für die Aristotelischen „Glieder“, den Namen von Organen, indem man das Postulat zu Grunde legte, dass der betreffende Theil eine gewisse Arbeit für die Gemeinschaft besorge und dass er für diese seine Thätigkeit wieder als ein Ganzes dastehe. Der Begriff des Ganzen ist dabei relativ; es kann ein Finger, eine Hand, ein Arm als Beispiel dienen, aber man wird nicht wohl zwei unserer Finger oder den halben Körper ein Organ nennen dürfen, weil diese Summe von Theilen nicht grade so für ein Geschäft aufzukommen pflegt, vielmehr entweder als ein Mehrfaches oder als ein Unselbstständiges oder als ein Unvollständiges erscheint.

Wenn einzelne Plastiden oder Häufungen gleichartiger Plastiden das gestellte Postulat erfüllen, so sind sie einfache Organe; so eine für sich stehende Wimperzelle, eine einfache Drüsenzelle oder das ein Haar zusammensetzende Aggregat von Oberhautzellen. Solche Aggregate sind einfache Gewebe. Wenn verschiedenartige Zellen oder Zellfusionen sich zu einer Gesammtgestalt und Gesammtleistung verbinden, so sind sie zusammengesetzte Organe oder Gewebszusammensetzungen, z. B. Muskeln, Gefässe. Verschiedenartige einfache oder zusammengesetzte Organe können sich zu Systemen verbinden durch Gleichartigkeit der Funktion, deren Summe dann auf dieser Verbindung beruht, z. B. Nervensystem. Verschiedenartige Organe oder Organsysteme, deren Thätigkeit in einem gegliederten Ganzen zu einem gemeinsamen Effekte zusammenwirkt, kann man als Apparate zusammenfassen z. B. Fortpflanzungsapparat. Die Ausdrücke werden oft noch weniger scharf angewandt, als es immer die der Natur der Sache nach allerdings auch in einander übergehenden Beziehungen gestatten würden.

Individualität und Pleomorphie.

In allen Verbindungen von Plastiden unter einander mit oder ohne Differenzirung, Bildung von Organen und Organkomplexen kann der einzelne Theil für seine Thätigkeit in einer Sonderung von den Uebrigen oder Gegensetzung gegen dieselben vorgestellt werden, er kann für einige Vorstellungen ein Abgesondertes, ein Ganzes bilden.

Für diese Absonderung und Selbstständigkeit der Theile gegenüber der Gemeinschaftlichkeit, welche doch wieder den Einzelnen mit den Uebrigen verbindet, können die im Thierreiche vertretenen Verhältnisse nicht mit gleichen Normen ausgedrückt werden, sondern dieselben sind äusserst verschieden und das nicht in scharfen Abtheilungen sondern überall mit ver-

Digitized by Google

mittelnden Gliedern. Die Thierlehre verlangt deshalb eine besondere Untersuchung des Begriffs des den Theilen gegenüberstehenden Ganzen, welches man nicht theilen kann, ohne seine wesentliche Beschaffenheit zu vernichten und welches man deshalb Individuum genannt und als den natürlichen Ausgangspunkt der Betrachtung angesehn hat.

In der Abstraktion müssen wir in einem Thierindividuum begehren einen thierischen Körper, der gestaltlich, morphologisch, und für seine Lebensthätigkeiten, physiologisch, gegen andere vollkommen abgegränzt und unabhängig ist und dessen Theile, der Gesammtheit untergeordnet, von ihr abgelöst aufhören, die geordneten Lebenserscheinungen an sich ablaufen zu lassen, so dass auch an dem nach Ablösung von Theilen übrig Bleibenden die Funktionen des frühern Ganzen unverstümmelt nicht mehr zu Stande kommen. Es liegt in der Vorstellung der Unabhängigkeit oder wird ihr gesellt, dass ein solches Individuum alle die Einrichtungen, welche zu seiner gedeihlichen Erhaltung nothwendig sind, oder, indem wir das in den Arteigenschaften zusammenfassen, Alles das besitze, was zur Charakterisirung der Art dient, dass es der Aussenwelt gegenüber allein aus seinen Eigenschaften die an den Begriff Thier im Allgemeinen und diese Form im Besondern zu stellenden Anforderungen erfüllen könne.

Der durch das Wort zunächst allein gegebne Begriff der Unzerlegbarkeit ist nicht absolut genommen, sondern nur in Beziehung auf den Thierbegriff und ebenso ist der Begriff der Selbstständigkeit, der Abgränzung, welcher sich dem der Untheilbarkeit aus der bis zu dieser fortgeschrittnen Theilung oder Absonderung gesellt, auf die Postulate des Thierbegriffs erweitert und daraus das sich Genügen entwickelt. Abgränzung, Unzerlegbarkeit, Genügen in sich sind die idealen Charaktere eines streng einheitlichen, vollendeten Thierindividuum. Dem entgegen stehen Organismen, welche mit andern verbunden sind, sich mit ihnen ergänzen, oder in sich eine zerlegbare Vielfältigkeit enthalten.

Diese Begriffsbildung ist ausgegangen von der räumlichen Anschauung und der weitern Erfahrung, dass mit dieser eine gewisse Summe physiologischer Leistung verbunden ist. Zusammenhörigkeit und Sonderung gehen für das Eine und Andre nicht nothwendig in Uebereinstimmung oder proportional. So lange wir statt der ganzen Erfüllung wenigstens den weit überwiegenden Theil der physiologischen Leistung in einem räumlich Abgesonderten finden, bleiben wir gegen die kleinen Abweichungen gleichgültig. Wenn wir uns dem nicht verschliessen können, dass die physiologische Leistung auf räumlich Getrenntes vertheilt sei und Solches für jene zusammen gehöre, erachten wir zunächst die deutliche Trennung für die Individuen, den gestaltlichen Abschluss, als das Entscheidende und opfern im Begriffe bereitwillig jenes andre Postulat einer vollen physiologischen Leistung und physiologischen Unabhängigkeit. Sieht man dabei genauer zu, so findet

Digitized by Google

man, dass morphologische volle Individualitäten nicht physiologische volle Individualitäten zu sein brauchen, und der Begriff der thierischen Individualität erscheint erschüttert. Dazu giebt es überall Zwischenglieder, welche beweisen, dass, wie die morphische und physiologische Stellung eines Körpers nicht gleichwerthig zu gehn brauchen, so auch innerhalb jeder dieser beiden Betrachtungsweisen je nach den verschiedenen Beziehungen verschiedene Auffassungen möglich sind. So werden die Unterscheidungen zwischen zusammensetzenden Elementen, Geweben, Organen, Theilstücken einerseits und ganzen Thieren andrerseits in Betreff des Werthes als Individuen, statt absolut zu sein, relativ. Jene können für gewisse Beziehungen durchweg und unter gewissen Umständen regelmässig der Aktion oder Form nach selbstständig auftreten, dann also, im Sinne, damit die anschauliche Auffassung eines Gegenstandes zu bezeichnen, Individuen sein, obwohl sie auf das deutlichste nicht nach allen Richtungen oder in allen Fällen eine physiologische Abgeschlossenheit und Vollleistung besitzen.

Um den verschiedenen Vorkommnissen, namentlich zur Beschreibung zusammengesetzter Polypen, durch weitre Abstraktionen gerecht zu werden, unterschied R. Leuckart 1851 in seiner Arbeit über den Polymorphismus Individuen verschiedener Ordnung: Stöcke, Individuen, Organe; dann morphische und physiologische Individuen; V. Carus in Anlehnung daran 1853 vollständige Individualitäten, Polymorphie selbstständig gebliebener und Polymorphie materiell verbundener, theils nur mit geschlechtlicher, theils mit weitrer Arbeitstheilung. Huxley, vom Allgemeinsten Ausgang nehmend, stellte 1855 auf: Einheit der Anschauung, z. B. für eine ganze Landschaft; Einheit der Theile, welche durch ein Koexistenzgesetz verbunden sind, z. B. in einem Krystall; Einheit von Zuständen, welche durch ein Successionsgesetz sich verknüpfen. Durch Letzteres wird es möglich, verschiedene auf einander folgende Zustände eines Thiers, Metamorphosen, und mehrere auf einander folgende Generationen, wenn sonst Motive dazu vorhanden sind, unter eine einheitliche Auffassung zusammenzunehmen. Häckel endlich stellte in seiner generellen Morphologie die Relativität der Individualität an die Spitze, wobei dann Individualitäten verschiedener Ordnung, bald als selbstständige lebende Wesen, Bionten, bald in Zusammenstellungen, auftreten und diese Ordnungen überall in Beziehung darauf betrachtet werden müssen, dass sie eine reale, fakultative, ideale Individualität repräsentiren können. Diese Ordnungen sind vertreten durch die Zelle; die Organe; die Theilstücke, nämlich die Gegenstücke symmetrischer oder strahliger, eudipleurer oder radiärer Körper oder Antimeren und die Folgestücke oder Metameren der Achse nach gegliederter Körper; die Personen; die Thierstöcke oder Kormen, von κορμός.*)

*) Dieser Ausdruck Häckel's ist sprachlich nicht gut gewählt, da κορμός nicht den lebendigen Stamm, sondern, in der Ableitung von κείρω abschneiden, nur das

Für jeden Theil wird dabei weiter die morphische oder anatomische Individualität, der räumliche Zusammenhang mit bestimmter Gestalt im gegebenen Moment und die physiologische Individualität, die Fähigkeit, eine bestimmte Zeit eine eigne Existenz mit gewissen Leistungen zu führen, in Betracht kommen. Es kann geschehn, dass die Organismen über die niederste Individualitätsordnung nicht herauskommen, oder dass sie eine Reihe verschiedener Individualitätsordnungen durchlaufen. Die Dottertheilung und Ausbildung eines Zelllagers, die Anlegung weitrer Antimeren in der Entwicklung eines Seesterns an die erst allein gebildete, welche, ohne Gegensatz zu andern, für sich den Begriff der Antimere in dem spätern Sinne noch nicht gab, obwohl sie in sich eudipleur ist, die Vermehrung der metamerisch geordneten Abschnitte an jeder dieser Antimeren oder die Bildung von Metameren an einer Annelidenlarve, die Entwicklung von Stöcken durch Knospung aus einem erst einfachen Polypen sind Beispiele für Letzteres.

Es wird nützlich sein, die Verschiebung des Individualitätsbegriffes durch die Relativität in einer Reihe von Beispielen durch's Thierreich zu verfolgen.

Es giebt volle Thierindividualitäten, welche die Bedingung der Abgränzung, der Unzerlegbarkeit, des Genügens in sich in strenger Einheitlichkeit und Vollendung erfüllen. Diese vollsten Individualitäten sind aber weder als das Gewöhnliche noch als das für die Leistungen Höchststehende anzusehen, da dahin weder der Mensch, noch weitaus die Majorität der Wirbelthiere, noch die die grösste Zahl der Thiere enthaltenden und auch hochstehenden Insekten gehören. Wir können, für das Uebrige die Ausfüllung des Begriffs vorbehaltend, dahin nur Zwitterthiere rechnen, wie sie am meisten unter den Weichthieren, Schnecken und Muscheln, vertreten sind. Diese, indem sie Alles von Organisation ausbilden, was der Art zukommt, stellen aus sich allein neben der eignen Erhaltung, auch die Fortpflanzung, die Erhaltung der Art sicher, enthalten also, was von einem vollen Organismus beansprucht wurde.

Das allein gestattet eine vollkommne organische Identität, morphologisch und physiologisch, für die neben einander lebenden erwachsenen Individuen derselben Art, es giebt die *einfache, isomorphe Repräsentation*. In den hierher gehörigen Fällen sind die Thiere vom Augenblick an, wo sie als befruchtete Eier geboren wurden, selbstständig, auf sich allein angewiesen, vereinzelt, sich genügend und gestatten keine Zerlegung in lebensfähige Theile und eine Ablösung solcher nur wieder in Eiern.

---

gehauene Holz, und in diesem Sinne Blöcke, Stämme, Scheite, vielmehr ein klein Gemachtes, Zerstückeltes als ein Zusammengesetztes, dessen Theile einer Betrachtung für sich werth sind, bezeichnet.

Digitized by Google

Das Genügen in sich macht den Verkehr mit Individuen derselben Art, welcher in andern Fällen neben der Ernährung, und wegen der Periodizität in hervorragender Weise für die geschlechtlichen Beziehungen, die Lokomotion und das sie Leitende in Anspruch nimmt, hier entbehrlich oder giebt ihn doch wenigstens, dem gegenüber, dass in der Regel auch Zwitterthiere für die Fortpflanzung der Vermischung bedürfen, viel bequemer, indem jedes gefundene Individuum unter den sonst nöthigen Bedingungen zum Partner passt und es nicht erforderlich ist, das andre Geschlecht auszuwählen, auch die beidseitige Begattung doppeltes Ergebniss liefert. So nimmt gewöhnlich, statt dass diese Vollindividuen besonders hoch organisirt wären, ihre Organisation eine geringere Stufe ein und sie stehn in der Reihe der Thiere eher niedrig.

Da sich unsre Begriffe zuerst praktisch an dem Nähern ausgebildet haben und von ihm regiert werden, so vertragen wir uns am besten mit derjenigen Modifikation des Begriffs der Individualität, welche sich beim Menschen und den höhern Thieren, aber auch bei den meisten niedern findet, mit der Zwiegestalt, dem Dimorphismus der Geschlechter. Man nimmt diesen als selbstredend in den Kauf, so weitgehend auch manchmal dieser Dimorphismus sein mag, so bestimmt damit das Prinzip gebrochen, so sehr damit die Einfachheit des Artbegriffs gestört wird.

Man kann die Einrichtungen für das Geschlechtsleben, in dessen Scheidung als Verrichtungen männlicher und weiblicher Geschlechsthätigkeit, und über deren direktes Eintreten hinaus, wie zeitlich vor diesem, in Einrichtungen für Brutpflege oder für Aufsuchen, Festhalten, Gewinnen der Neigung des andern Geschlechts, Bekämpfung der Nebenbuhler u. s. w. von dem übrigen Leibe abgetrennt begrifflich machen und sich so ein gleichmässiges Ueberbleibendes als Grundlage des Artbegriffs für beide Geschlechter konstruiren, welchem die einen oder andern Geschlechtseinrichtungen sich gesellen. Auch ist es gewöhnlich möglich, die beiderlei Geschlechtseinrichtungen aus der Entwicklung eines gleichen ursprünglichen Organs herzuleiten oder so zu erklären, dass von zweierlei ursprünglich überall vertretenen Organen einmal das Eine zu weiblichen Apparaten sich entwickle, das andre Mal das Andre zu männlichen, je das Entgegengesetzte aber an Ausbildung zurückbleibe. Die Entwicklungsgeschichte wird hierbei in ausgezeichneter Weise ergänzt durch abnorme Hinneigung geschlechtlich dimorpher Thiere zu einem unvollkommnen Zwitterthum.*) Oder die Organe

*) Für Hermaphroditismus in sehr verschiednem Grade der Erhaltung von Theilen zur weiblichen Geschlechtsorganisation mit umgekehrt proportionaler Verkümmerung des männlichen Geschlechtsapparates bietet die gemeine Ziege zahlreiche Beispiele. Die männlich und weiblich unfruchtbaren Thiere bezeichnen bis zu einem gewissen Grade die Erhaltung jener beiden Geschlechtern gemeinsamen Grundlage aus der embryonalen Anlage während des Erwachsens des übrigen Körpers ohne

Digitized by Google

sind sogar wesentlich gleich, der Unterschied liegt nur in den Produkten und es kommen vielleicht gar beiderlei Produkte nach einander aus demselben Organe, wie im weitern Sinne bei den Zwitterschnecken, im engsten Sinne des Worts bei Elysia unter den Nacktschnecken und nach Claus auch bei Nematoden, namentlich bei Pelodera.

Wenn wir meist ein gewisses bedeutendes Identisches nach Wegnahme der Geschlechtsdifferenzen durch Abstraktion gewinnen können, so stehn dem Fälle entgegen, in welchen die spezifische Geschlechtsentwicklung ihrerseits so ausgezeichnet ist, dass sie die übrige Gestaltung versteckt, sehr wesentliche Merkmale wegnimmt, das Thier mehr oder weniger für seine übrigen Eigenschaften und Leistungen in der Geschlechtsorganisation untergehn macht und dass für eine gemeinschaftliche Beschreibung der Geschlechter kaum etwas erübrigt. Als Ausgangspunkt und Bestimmendes für die Verschiedenheit kann man auch dann noch die Organe zur Bereitung der beiderlei Geschlechtsstoffe annehmen, und diese hören nicht auf, vergleichbar zu sein, aber die baulichen Verschiedenheiten sind viel auffälliger in den Einrichtungen zur Ueberführung der Geschlechtsprodukte an die dienliche Stelle, den Mitteln, das andre Geschlecht zu erreichen, zu bewältigen, anzuregen und, in Rückwirkung von den Geschlechtsfunktionen auf die Ernährungsbedürfnisse, in noch viel weiterm Kreise, damit endlich in fast Allem, welches eine spezifische Unterscheidung ermöglicht. So können bei Insekten die Fühler, die Augen, die verschiedenen am Munde liegenden Theile, die Vorderbeine und Hinterbeine, die Flügeldecken und Flügel, die Gestalten der Leibesringe an Kopf, Brust, Hinterleib, die besondern Anhänge des Hinterleibs, die musikalischen Instrumente, kurz ziemlich alle Theile des Körpers nach Gestalt und Grösse geschlechtlich differenzirt werden. Es ist leicht, dazu sehr auffällige Beispiele zu geben. Darwin hat eine reiche Zusammenstellung von Geschlechtsdifferenzen aller Art und aus allen Gruppen in der dritten Abtheilung seines Buches „Descent of man and selection in relation to sex", gemacht.

Für den Menschen ist der Dimorphismus der Geschlechter an sich zwar nicht besonders auffällig, aber wegen der besondern Feinheit der Ausbildung aller Lebenseinrichtungen weit über den zunächst resultirenden Zwang der Verbindung der Geschlechter hinaus bestimmend gewesen. Arbeitstheilung, welche über die nächstliegende Geschlechtsverrichtung hinaus-

---

die bevorzugte Entwicklung einer Geschlechtseinrichtung mit der dieser sonst eigenthümlichen Gestaltung. Bei Fischen und bei Insekten ist ein Hermaphroditismus in der Art, dass eine Seite einen Hoden, die andere einen Eierstock entwickelt, nicht sehr selten. Trifft solches Schmetterlinge, bei welchen die äussern Geschlechtsmerkmale in Fühlerbildung und Flügelbildung auffällig sind, so geben die Differenzen der beiden Seiten, der innern Geschlechtsasymmetrie entsprechend, den Stücken ein besondres Ansehn und machen sie bei den Sammlern sehr gesucht.

Digitized by Google

ging, aber sich an sie anlehnte, machte die Familie zusammenhalten, auf welcher Grundlage dann Gesellschaft und Staat sich aufzubauen vermochten.

Neben dem Dimorphismus der Geschlechter haben jedoch grade bei Herstellung der gegliederten Verhältnisse menschlichen Lebens noch weitere Motive mitgewirkt, welche auch an den andern Stellen für die Betrachtungen über Individualität und Arbeitstheilung bedeutsam sind. Zuerst die Beziehung zwischen Eltern und Nachkommenschaft. Diese entspringt aus reiner und direkter Naturnothwendigkeit, aber sie breitet sich bei den Menschen über dieses Nächste, Nothwendige hinaus aus. In Tausenden von Arten im Thierreich werden die geborenen Eier und Jungen sich selbst überlassen. Sie haben eine gewisse Menge von Substanz als Aussteuer empfangen und müssen damit Haus halten, bis sie früher oder später der Aussenwelt neues Material zu Ersatz und Zuwachs abgewinnen. Manchmal entbehren sie dabei aller schützenden Vorrichtungen. Das Schwierige der Lage, die grosse Gefahr nicht durchzukommen, wird bei ihnen ausgeglichen durch die grossen Zahlen. Wenn Fische und Weichthiere Tausende und Millionen von Eiern in die Welt setzen, so wird wenigstens eine fortgesetzte Wartung schon durch die Grösse der Zahl eine Unmöglichkeit, aber trotz der mannigfaltigsten Gefahren ist Aussicht, dass der zur Regeneration der Zahl nöthige kleine Prozentsatz durchkomme. Die Schwankungen in Zahl der Individuen werden in solchen Fällen am grössten sein.

Die Brutpflege, indem sie die Uebernahme eines Theils der einem Organismus nöthigen, aber von ihm aus eigner Kraft noch nicht zu leistenden Arbeit durch einen andern mit sich bringt, verwischt die physiologische Sonderung der Individuen; sie bedingt eine Gemeinschaft der Existenz. Sie kann ausser von Mutter und Vater einzeln oder zusammen, von Geschwistern und andern Verwandten und in Adoption geübt werden, aber in den meisten Fällen verbinden sich die besondern Einrichtungen für sie mit den Geschlechtsdifferenzen. Einige Thiere bereiten vorsorglich der Brut, zu der sie weiter nicht zurückkehren werden, ein schützendes Dach, ein Nest, ein Gespinnst; bringen sie an einen Ort, wo sie solchen Schutz von selbst hat oder wo sie im Reichthum der Nahrung schwimmt, wie die Schlupfwespe, welche ihr Ei in den Leib einer Raupe einsenkt; oder legen ihr Portionen Nahrung zu, wie die Grabwespe, welche ihrem Ei als Futter für die ausschlüpfende Made ein lahm gestochnes grösseres Insekt oder einen Haufen Blattläuse beigiebt. Solche sorgen vor für das Kindlein, welches sie nie sehn sollen, welches erst leben wird, wenn sie zerfallen und im Winde verweht sind und sie haben Einrichtungen, die nur für diese vorsorgliche Mutterliebe Verwendung finden. Noch mannigfaltiger wird die Brutpflege, welche sich der geborenen Jungen annimmt. Die Fürsorge verlängert sich, geht über die Nothwendigkeit hinaus, ergänzt sich mit dem Beispiele, vollendet sich in der Erziehung, zu welcher sie allein die Möglichkeit bietet.

Digitized by Google

Am kräftigsten tritt solche ein, wo die gelieferte Brut sehr geringe Zahlen hat, aber auch in einigen andern Fällen, wo sie dann eine ungeheuer grosse Individuenzahl zeitweise aufzubringen vermag. Jenes z. B. bei Säugern und Vögeln, dieses bei einigen Insekten in Verbindung mit nachher zu schildernden weitern Einzelnheiten.

Die Hülflosigkeit wiederholt sich in geringerem Grade und beschränkterem Umfang im Alter. Dem Menschen allein scheint es vorbehalten, den Dekrepiden, körperlich nicht mehr voll Leistungsfähigen, einen Antheil von der Errungenschaft der Vollkräftigen zuzuwenden. Wie Kranke, so werden Altersschwache bei den Thieren ausgestossen, vertilgt. Aber grade die Erhaltung der Gemeinschaft mit ihnen und die dafür gebrachten Opfer sind eins der tiefsten Motive in der Kultur. Wie wir aus der Gegenwart opfern um der Zukunft Willen, wenn wir Kinder aufziehn, so setzen wir in der Pflege der Alten den Vortheil, den wir aus der in ihnen wohnenden Summe der Erfahrung haben, höher als das Opfer, welches wir für ihre körperliche Erhaltung bringen. Das Spezielle wird dann zum Generellen; der im Einzelnen erkannte Vortheil schafft das Gesetz der Sitte, die Pietät, welche nicht mehr abwägt, nur noch fühlt. Wo ein Volksstamm aus Mangel an Verständniss oder in der durch schwere Noth abgedrungenen Ueberzeugung, einen Ueberfluss verwendbar nicht zu haben, sich jenen Pflichten entzieht, vermag er, wie die Australneger, die rohen Anfänge der Kultur im Leben der Familie und Gemeinde nicht zu überschreiten. Wo ein andrer in Hyperzivilisation, die vergessenen Instinkte nicht durch feste Satzung ersetzend, sich den aus der Differenz der Geschlechter und Alter erwachsenden moralischen Einrichtungen entziehen, nicht mehr die Nothwendigkeit der Ergänzung der Individualität in den Mitlebenden, den Vorausgehenden und Nachfolgenden anerkennen will, versinkt er, denn ihm schwinden die Vortheile der Differenzirung, ihm bleibt nur deren Schattenseite. Es ist die Vernichtung des Menschengeschlechts, wenn jeder nur für sich und für das Heute sorgen will.

Es ist wohl an Hand der auf Grund der genannten körperlichen Verhältnisse beruhenden unabweisbaren Existenzdifferenzen geschehn, dass auch in weitern Einrichtungen, welche die individuelle Bestimmung viel freier lassen, keinen dringenden Zwang ausüben, eine Arbeitstheilung im Interesse der Gemeinschaft mehrerer neben einander Lebender im Menschengeschlechte eingerichtet wurde. Einige Bedeutung hat allerdings die Verschiedenheit der Eigenschaften. Wie dem erwachsenen Mann, so dann dem Stärkern wies seine Kraft den Kampf mit dem Draussen zu; wie dem Weibe, dem Kinde, so dann dem Schwächern, der feinern Hand wurde die Pflege des Hauses. Einen machte der rasche Fuss zum Boten, das sichere Auge zum Jäger; wer die Schafe zu hüten gut war, vermochte darum noch nicht das Ross und den Stier zu zwingen. Und weiter gliederte der Wohnsitz,

Digitized by Google

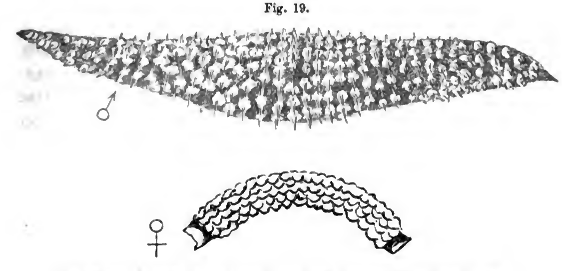
der wilderfüllte Wald, das Schwemmland mit Erntesegen, die Steppe, auf welcher die Wanderheerde sich nährte. Die fischreiche Küste und der Seeweg schufen, wie Volkscharaktere, so Stände. Wo einmal eine solche Gliederung sich gebildet hatte, erhielt sie sich durch die Erkenntniss der ausserordentlichen Vortheile, welche der Verzicht auf einen Theil der Leistungsfähigkeit, um einen andern höher zu kultiviren, welche die Selbstbescheidung gegenüber der Vollbedeutung mit sich brachte. So wurde die Gemeinde und der Staat, ja für Vieles eine internationale Verbindung; das Individuum, die Einzelnen und die untergeordneten Kategorieen wurden, statt abgegränzter Theile, Organe gemeinsamen Lebens. Das geht nicht, ohne dass an Stelle des den neben einander stehenden, gleichartigen Vollindividuen naturgemässen Gefühls der Konkurrenz, des Neides und Hasses aber auch der Vollleistungsfähigkeit das einer nicht mehr zu entbehrenden oder doch förderlichen Ergänzung im Zusammenwirken träte. Die Menschheit im Ganzen erlangte so eine Höhe, zu welcher die Vereinzelten niemals hätten emporklimmen können. Die Theilung der Geschäfte hat es namentlich möglich gemacht, dass die rohe Kraft nicht die Alleinherrschaft behaupten konnte; wie im Individuum musste sie in der Gemeinschaft unter die Zucht des Geistes treten. Die Arbeitstheilung bedingte den Verkehr, das Recht. Im Fortschritt der Kultur übertrug sie sich mehr und mehr auch auf die geistige Arbeit. Heute ist nur noch gross, wer willig in zahlreichen Gebieten Andern den Vorrang zugesteht.

Diese Gliederung, wesentlich über das naturnothwendige Verhältniss der Geschlechter und Alter und über den Zwang sonstiger individueller Verschiedenheit hinausgehend, nicht grade unerlässlich für des Lebens äusserste Nothdurft, vielmehr geworden in und zur Bereicherung des menschlichen Lebens, veränderlich und wieder wegzunehmen, im Einzelnen oft gar nicht durch das Nächste bedingt, ist für den Grad und das Besondre abhängig von den Kulturständen der einzelnen Stämme, zuweilen, weil Produkt früherer Verhältnisse, den jetzigen nicht entsprechend. Sie erscheint uns grausam, wo sie zu rechtlicher Ungleichheit, zu Privilegien, zur körperlichen und sittlichen Verkümmerung, zur Sklaverei, lächerlich, wo sie, wie im Kastenwesen Indiens, zum eisernen Zwange wird. Wo der Diener, der Speisen bereitet, sich verunehrt hält, wenn er ein Kleid reinigen soll, und solche Vertheilung der Arbeit und Güter des Lebens durch Generationen von den Fähigkeiten und Wünschen unabhängig verübt wird, ist die geeignete Ausnutzung des Individuums gelähmt und die Gesellschaft verarmt und wird des Fortschritts unfähig. Wir sind hierauf genauer eingetreten, um der Ordnung der Thiergemeinden, Thierstaaten halber.

Zunächst ergeben jedoch noch bei den sogenannten höhern Thieren, den Wirbelthieren, die Geschlechtsverhältnisse und die Brutpflege manche interessante Einzelheiten. Das Geweih des Hirsches, die Hörner vieler

Digitized by Google

Fig. 19.



Gebiss vom Rochen, Raja clavata Linné, aus Helgoland, natürliche Grösse.
♂ Vom Männchen. ♀ Vom Weibchen.

Antilopen, die Mähne des Löwen, die grössern Stosszähne des Elephanten, der Schweine und des Narwal, die Stimme des Hahnes und der Nachtigall, der Federschmuck des Pfau's und der Fasanen, die Farbenauszeichnungen sehr vieler Vögel, selten bei Säugern, so bei der Nylgnu-Antilope, Antilope picta, bei einigen Halbaffen, die verschiedene Gestalt der Panzer der Gürtelthiere und Schildkröten, die Hochzeitskleider und Ungleichheiten in Schuppen und Zähnen bei Fischen, die Kämme der Leguaneidechsen und Tritonen zeigen, an wie verschiedenen Stellen Geschlechtsauszeichnungen auftreten. So hat z. B. bei Raja clavata nur das geschlechtsreife Männchen die Zähne mit starken hakigen Spitzen, welche sich aus den pflasterförmigen Zahnplatten hervorheben; bei den andern Formen unsrer Meere R. radiata, batis, vomer ist der Unterschied der Geschlechter geringer.

Für die Brutpflege kommen in Betracht die Hingebung und Geschicklichkeit im gewöhnlichen Nestbau und Brüten der Vögel, das Unterbringen in wunderlichen Einrichtungen am Körper selbst, in den Taschen der Beutler, an dem Schwanze der männlichen Seenadeln, auf dem Rücken der Surinamkröte und des Beutelfrosches, im Munde und der Kiemenhöhle mittelamerikanischer Fische und selbst in den Leibern andrer Thiere, wie für die Brut des Bitterlings in den Kiemen der Teich- und Bachmuscheln. Es treten dabei schon deutlicher körperliche Bedingungen an die Stelle der freiern menschlichen Thätigkeit. Die Sorge für die Brut und das Zusammenleben mit ihr erlischt meist lange vor dem Auswachsen, von dem allerdings auch die Vollleistungsfähigkeit der Individuen, selbst die Fortpflanzung im Allgemeinen weniger abhängig ist. Von Sorge für Alte und Kranke, von Mitgefühl finden sich kaum Spuren. Um so wesentlicher erscheinen die daraus erwachsenen Beziehungen für den Menschen.

Der Dimorphismus der Geschlechter überschreitet bei den Arthropoden: Insekten, Spinnen, Krebsen, häufig weit das Maass, welches wir nach den Wirbelthieren zu bilden uns gewöhnt haben. Dass das geschehn kann,

Digitized by Google

dass die für die Geschlechsthätigkeit nutzbaren Eigenthümlichkeiten den Sieg davon tragen können über die für die übrigen Verrichtungen aufkommende, beiden Geschlechtern gemeinsame Grundgestalt, steht sehr gewöhnlich damit in Zusammenhang, dass die andern Körperleistungen wesentlich in vorausgegangnen Lebensphasen abgemacht wurden, mit den Häutungen und Wandlungen. Die Jugendzustände zeigen die äussern Geschlechts-Differenzen nicht oder bilden sie doch nur allmählich aus. Die Auszeichnungen erlangen ihre Vollendung meist ziemlich plötzlich für die letzte Lebensphase, welche der Erfüllung der Geschlechtsfunktionen lebt und z. B. manchmal gar keine Nahrung mehr aufnimmt. Damit in Uebereinstimmung ist es auch, dass das Männchen, welches auf der einen Seite am meisten ausschliesslich einer momentanen Geschlechtsfunktion lebt, auf der andern sich am weitesten durch die Besonderheiten seiner Gestaltung entfernt von dem zu Grunde liegenden, theils durch Jugendformen, theils durch die Uebereinstimmung mit Verwandten feststellbaren und im Weibchen öfter ziemlich unverändert beibehaltenen Bau, falls es sich nicht um Organe handelt, welche der Versorgung der Brut dienen und gewöhnlich dem Weibchen zukommen.

Wenngleich so der äussre Geschlechtsdimorphismus in diesen Gruppen nur durch die einer verschiedenen physiologischen Leistung dienende Heteromorphie der Lebensphasen zu jener ausgezeichneten Höhe gelangt, so besteht die Differenz der Geschlechter doch gewöhnlich schon von der Entwicklung im Ei ab.

Es ist ersichtlich, dass das Individuum an Bedeutung für sich verliert, wenn in solcher Weise diejenigen Einrichtungen in ihm überwiegen, welche ihre Erfüllung nur in der Wechselwirkung mit einem andern und nur zur Herstellung neuer Generationen finden, wenn es nur noch als Männchen oder als Weibchen Werth hat.

Die letzte, minimalste Aeusserung des Geschlechtsdimorphismus ist die Produktion ungleicher Geschlechtsstoffe, Samenelemente beim Männchen, Eier beim Weibchen. Am grössten würde der Dimorphismus sein, wo Fortpflanzungselemente mit dem Individuum zusammenfallen, es ganz bilden, wenn nicht auf der andern Seite grade in diesem Falle die Verschiedenheiten, welche in der Regel zwei entgegen wirkende Arten von Fortpflanzungsprodukten zu unterscheiden erlauben, schwänden. Wie wir im Vorstehenden, von vollkommneren Thieren ausgehend, an welchen die Geschlechtseinrichtungen mehr etwas Nebensächliches bildeten, zu solchen herabstiegen, an welchen die Geschlechtsbesonderheiten den ganzen Körper in der letzten Lebensphase, der Geschlechtsphase, oder überall beherrschten, so kann man auch, von der Fortpflanzung als wesentlicherer Erscheinung des Lebens ausgehend, die übrigen Einrichtungen und Thätigkeiten als zu Individualitäten zutretend ansehen, welche zunächst die Fortpflanzung vertreten, zu

Digitized by Google

den sogenannten Geschlechtsprodukten. Die Handhaben dazu bietet die Botanik. Die oben berührte Verschmelzung gleichwerthiger Plastiden, der Konjugatenalgen, mit nachfolgender Produktion neuer Keime, kann als eine Modifikation der unfruchtbaren Verschmelzung von Myceliumfäden betrachtet werden. Aus der Verschmelzung gleichwerthiger leitet sich dann die Verschmelzung differenter, männlicher und weiblicher, Produkte ab. Dabei kommen die männlichen Produkte allmählich zu ihrer besondern Gestalt und Leistung. Die Samenzellen schwimmen aktiv bei Fucaceen, Vaucherien, Oedogonien und andern Algen, Characeen, Muscineen und Gefässkryptogamen, während die männliche Zelle zu den weiblichen Antheridienschläuchen der Saprolegnien und den Pollinodien der Ascomyzeten hinwächst und die wimperlosen Samenzellen der Florideen nach passiver Uebertragung durch das Wasser an den Befruchtungskörper sich anlehnen und wie in Konjugation übertreten, aus den Pollenkörnern der Phanerogamen aber der Pollenschlauch zum Fruchtknoten hintreibt. Für die Beweglichkeit von Samenelementen durch besondre Organe bietet sich die Grundlage in der gleichen Eigenschaft von Schwärmzellen, welche ohne Geschlechtsdifferenz sich konjugiren. Für geisseltragende Zellen aus Algen fehlt häufig die Gewissheit, ob sie sich paaren oder ohne Paarung Brut entwickeln, Schwärmzellen oder Brutzellen sind; jedenfalls ist die Ausbildung besonderer Einrichtungen für die Bewegung zur Zeit der Vermehrung und in deren Dienste, namentlich zur Zusammenführung vorher getrennter Individuen nicht ein nothwendig nur einer Kategorie von Fortpflanzungsprodukten Zukommendes. Allerdings ist Bewegung etwas Kostspieliges und der Gegensatz zwischen Bewegung und Massenerhaltung ein grundsätzlicher und weit tragender. Denjenigen Produkten, welche wesentlich andre durch ihre Bewegung aufzusuchen im Stande waren, gegenüber mussten diese andern mehr den Boden der neuen Entwicklung bieten. So entstand mit dem Unterschiede der grössern Beweglichkeit die weitre an männlichen und weiblichen Körpern. Die grössere Beweglichkeit, unter Umständen nur vorzüglichere Qualifikation zum Auswachsen, nicht weitre Veränderung im Orte bedingend, kann ebenso der kleinern Masse, als der, welche mehr den Umsatz erregenden Einwirkungen ausgesetzt ist, anhaften, als die Bewegung selbst wieder die Masse erschöpfen, verringern muss; beides arbeitete zum gleichen Effekte. Die rundlichen beweglichen Samenelemente der Oedogonien und Coleochäten gleichen dann noch ganz Schwärmsporen, bei den Characeen, Muscineen, Gefässkryptogamen kommen sie durch fadenförmiges Ansehn mit einer oder mehreren Geisseln den verschiedenen Formen thierischer Samenfäden immer näher, die Menge der Substanz mehr und mehr aufgebend zu Gunsten der raschen Wirkung in der Bewegung. Fadenlose Samenkörper, in Grösse den Eiern näher kommend, haben auch einige Thiere, so die Nematoden; dem Auswachsen der Pollenschläuche etwas vergleichbare Formveränderungen

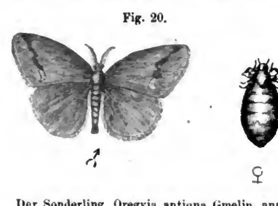
Digitized by Google

sind an ihnen zu bemerken. So fehlt es nicht an Vermittelung von der Paarung der gleichgestalteten Konjugaten-Algen bis zur Einwirkung eines thierischen Samenfadens auf ein Ei, das heisst ein in verschiedenster Weise mit Dotter und Anderem umhülltes Keimbläschen. Die Bewegungen eines Samenfadens sind dann einmal das Mittel, das Ei und die Stelle im Ei zu erreichen; wie weit sie an der erreichten Stelle noch neben den weitern Qualitäten aus der Masse zur Geltung kommen, ist schwer zu entscheiden. Vielleicht bedarf die Eisubstanz nur jener mechanischen Erschütterung, vielleicht nur der Beimischung des Samenfadenkopfes, vielleicht I eider.

Wie die Differenzen der Geschlechtsprodukte grösser werden, steigen auch die der sie erzeugenden Apparate in Pflanzen, der Mutterzellen der Eikörper und Spermatozoiden, und so werden die weitern Verschiedenheiten der sie tragenden Organe oder der ganzen getrennten männlichen und weiblichen Pflanzen vorbereitet.

Auf solchem Boden kann man auch den Geschlechtsdimorphismus der Thiere aufbauen, in Vielem soweit von jenen ersten Grundlagen entfernt, dass es besondre Mühe kostet, die Beziehungen und die vermittelnden Glieder aufzufinden. Sehr gewöhnlich ist allerdings, wie dem männlichen Geschlechtsprodukt, so auch dem männlichen Thiere in Arbeitstheilung die stärkere Bewegung im Raume zugewiesen, besonders im Dienste der geschlechtlichen Beziehungen. Das Männchen sucht das Weibchen auf; es kommt vor, dass es allein geflügelt ist, wie bei nicht ganz wenigen Insekten z. B. den Sonderlingen, Oregyia und den Psychiden unter den Schmetterlingen.

Fig. 20.



Der Sonderling, Oregyia antiqua Gmelin, aus Deutschland; natürliche Grösse.
♂ Der Mann mit vollkommnen Flügeln und stark doppelt gekämmten Fühlern. ♀ Das Weib mit verkümmerten Flügeln, fadenförmigen Fühlern und durch die Eier aufgetriebnem Leibe.

So hat es der lebhaftern Bewegung entsprechend, die leitenden Sinnesorgane, am gewöhnlichsten die des Geruches, die Antennen, stärker entwickelt, so ganz gewöhnlich bei Nachtschmetterlingen; wogegen das Weibchen eingerichtet ist, weniger für sich zu verbrauchen oder auch noch vollständiger in weitrer Ernährung zu arbeiten, während doch im Ganzen schon die Phase der Geschlechtsarbeit erreicht ist.

Neben und in einer gewissen Verbindung mit den Unterschieden zwischen Jung und Alt und Mann und Weib steht es, dass bei Wespen, Hummeln, Bienen zwei Organisationsmöglichkeiten für die Weibchen eintreten, oder zwei Grade der Vollendung, indem von den als Weibchen angelegten Individuen die meisten durch einen übereilten Abschluss der Entwicklung in dem weiblichen Geschlechtsapparate so zurückbleiben, dass sie der Eiablage kaum und nur ausnahmsweise, der Begattung zur Befruchtung für ihre

Digitized by Google

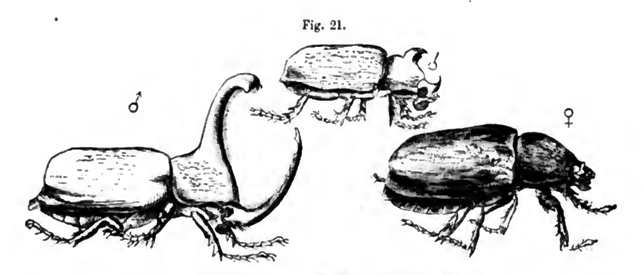
Eier aber gar nicht fähig werden, während sie in den übrigen Stücken voll erwachsen. Solche unvollkommene Weibchen, in grossen Mengen erzeugt, thun, etwa mit Ausnahme der Zeit, wo ein vollkommenes Weibchen noch allein zu wirthschaften hat, alle die Arbeit in der Gemeinschaft, welche nicht Geschlechtsarbeit ist. Es entsteht das, wie es scheint, daraus, dass die hohe Fruchtbarkeit der Mutter bei der Hülflosigkeit der Brut ein ungünstiges Verhältniss der Brutpflege giebt, und letztere zu früh abgebrochen wird. So entsteht bei Wespen im Frühling unter der alleinigen Pflege einer Mutterwespe unvollkommne weibliche Brut, ein Volk von Arbeiterinnen; wenn diese aber bei der Pflege der weitern Brut, ihrer jüngern Geschwister, helfen, wachsen letztere zu vollen Weibchen aus: eine Institution, vergleichbar dem westphälischen Bauernrecht, nach dem der jüngste Sohn den Hof erbt. Bei den Bienen liegt es in der Gewalt des Stocks und des dessen Trieb ausnutzenden Menschen aus einem Ei statt einer Arbeiterin durch bessere Fütterung und geräumigere Zelle ein perfektes Weibchen, eine Königin, zu erziehen, falls zeitig entdeckt wird, dass eine solche nicht mehr vorhanden ist.

Statt des Dimorphismus haben wir hier eine Vielgestalt, einen Polymorphismus. Es reichen nicht mehr zwei Individuen hin, um die Eigenschaften der Art im erwachsenen Zustande zu repräsentiren, wir brauchen deren drei. Aus einer Mischung ungleicher Zahlen dieser besteht die Bienenfamilie, die man sehr passend einen Bienenstaat genannt hat, in naturnothwendiger Verbindung jener dreierlei Wesen zu gegenseitiger Ergänzung; nur, wie es scheint, mit einiger Willkür für die Zahl der Arbeiterinnen und noch mehr der Männchen. Auch hierin trügt vielleicht der Schein und es dürfte die Willkür für die Zahl der Arbeiterinnen nicht so gross sein, denn, wenn letztere nicht proportional ist der Fruchtbarkeit der Königin, oder wenn die Fruchtbarkeit der Königin, aus der ja auch jene Arbeiterinnen hervorgingen, eine unregelmässige ist, so kann der ganze Stock durch mangelhafte Pflege in Brutfäule, Faulbrut, verfallen und verderben.

Es giebt Fälle, in welchen man die Geschlechtsauszeichnungen, besonders der Männchen und vorzüglich die, deren Beziehungen zu den Geschlechtsverrichtungen weniger direkt sind, so ungleich entwickelt findet, dass man von geschlechtlich unentwickelten Formen oder von Weibchen durch sehr wenig abweichende Männchen eine Reihe bis zu den auffälligsten Mannesmerkmalen bilden kann, oder dass man umgekehrt die Weibchen variabel und den Männchen ähnliche Weibchen als Vermittler der Differenz findet. Das auffälligste Beispiel für den ersteren Fall zeigen wohl die Käfergattungen, bei welchen die Männchen übergrosse Oberkiefer oder Hörner auf dem Kopfschilde oder Rückenschilde besitzen, welche in einigen Stücken auf ein Minimum herabsinken, so dass letztere mehr den Weibchen gleichen: so die Lucanus oder Hirschkäfer und mehr die Augosoma,

Digitized by Google

Fig. 21.



Golofa hastata Dejean. Mexiko. Natürliche Grösse.
♂ Ein grosses mit Hörnern ausgezeichnet geschmücktes Männchen. ♂ Ein Zwergmännchen, die Hörner weit mehr reduzirt als der übrige Körper. ♀ Ein grosses Weibchen mit geringer Spur einer Erhebung auf dem Kopfschild und ohne eine solche auf dem Rückenschild, pechschwarz während beide Männchen braun sind.

Strategus, Hylotrupes, Enema, Corynoscelis, Golofa, Dynastes und andre, vorzüglich amerikanische, Dynastidenkäfer. Der ungleiche Ernährungsstand mag hier die über das der Art zunächst Zukommende hinaus gehenden Geschlechtsleistungen am meisten berührt haben, die Geschlechtsauszeichnung dasjenige sein, was am meisten bei mangelhafter Ernährung zurückbleibt. Indem damit die Sache auf das Kapitel der Variabilität hinüberspielt, erkennt man die Ableitung der besondern Geschlechtsdifferenz aus der allgemeinen Variabilität. Unter den Wirbelthieren zeichnen sich die Männchen der Kampfhähne, Philomachus pugnax, durch eine sehr grosse Variabilität aus, welche verschiedne Grade in Erreichung eines stark abweichenden gesättigten, bunten Hochzeitskleides darzustellen scheint.

Die Variabilität kann auch ohne Beziehung zum Geschlechte die isomorphe Repräsentation sehr stören und steht in diesem Falle zuweilen in deutlicher Beziehung zu den Umständen, welche das Individuum während jener Lebensphasen trafen, welche der letzten dimorph oder polymorph erscheinenden Stufe vorausgingen. In andern Fällen sind die Motive noch nicht erkannt.

Die Raupen von Acherontia Atropos, Sphinx elpenor und andere treten in zwei Färbungen auf. Zur Frühjahrsgeneration aus überwinterten Puppen von Arashnia levana giebt es aus Sommerraupen die als Arashnia prorsa, und aus Spätlingen die als Arashnia porima beschriebenen sehr verschieden gefärbten oder gezeichneten Schmetterlinge. Nach den Untersuchungen von Meldola giebt es drei Formen von Papilio (Iphiclides) Ajax, nämlich P. Walshii, P. Telamonides, P. Marcellus, deren Grösse in dieser Reihe steigt, mit ihrer Grösse proportional dem Quotienten ihrer Larvenzeit durch die Puppendauer. Die Deutung, in solcher Fassung auch von Andern nicht anerkannt, scheint mir nach den Zahlen eher so gemacht werden zu

Digitized by Google

sollen, dass eine rasche Raupenentwicklung bei gutem Futter, warmem Wetter u. s. w. einen etwas kürzern Puppenstand und einen grössern Schmetterling mit sich bringt, was aber durch die den Puppenstand selbst treffenden Umstände komplizirt werden mag. Scudder sagt, dass P. Walshii und Telamonides aus Winterpuppen kommen und P. Marcellus zweite Brut sei. Auf hiermit in Verbindung Stehendes, namentlich die Verschiedenheiten, welche die Weibchen des Papilio Memnon und ähnlicher Arten nicht nur vom Manne, sondern auch in einem Pleomorphismus des weiblichen Geschlechts unter einander haben, wie de Haen und Pagen zuerst bewiesen, so dass die als P. Laomedon Cramer, Agenor Linné, Achates Fabricius beschriebenen und ähnliche Formen dahin gehören, werden wir bei Wallace unter dem Darwinismus zurückkommen. Nach Walsh haben auch die Weibchen des Papilio Turnus zweierlei Färbungen, welche als ganz verschiedene Arten angesehen wurden.*) Bedeutend sind die Verschiedenheiten von Lycaon amyntas und polysperchon als Generation im Sommer nnd nach Ueberwinterung, geringer die von Weisslingen Anthocharis Belia mit Ausonia und Pieris Napi für gleiche Verhältnisse und nach Weismann's soeben erscheinenden Studien über die Descendenztheorie mit potenzirten Winterformen A. Simplonica und P. Bryoniae. Wie die Motive dieser Verschiedenheiten nicht genug bekannt sind,**) so auch die physiologischen Konsequenzen. Jedenfalls trifft Alles das den Begriff der isomorphen Repräsentation der Art sehr tief und kann als die beste Gelegenheit zur Untersuchung darüber, wie Veränderungen im Thierreich entstehen und welche Bedeutung sie haben, betrachtet werden, weil die Differenzen hier nicht klein, schwankend, unbestimmter Natur, sondern sehr deutlich und von bestimmtem Wesen sind. Bei parasitischen Nematoden erhebt sich der Dimorphismus in einer sehr merkwürdigen Weise zu einer Dimorphobiose, indem, wie es zuerst Leuckart und Mecznikoff für Ascaris nigvovenosa des Frosches nachgewiesen haben, wie es aber auch für viele andre gilt und zu gelten scheint, solche Rundwürmer die Möglichkeit haben, als Rhabditisformen im freien wie im parasitischen Zustande nicht nur zu leben, sondern auch sich fortzupflanzen, dabei aber in Grösse, Gestalt, Einrichtung der Verdauungsorgane, der Geschlechtsorgane und Thätigkeiten sich ungleich verhalten. Das Ganze, wobei im Einzelnen allerdings Täuschungen unterlaufen können, wirft ein bedeutendes Licht auf Wirkung äussrer Umstände und Anpassung an dieselben in Bau und Leben der Thiere. Dass z. B., wie Ercolani es von Ascaris inflexa und Heterakis vesicularis des Huhns berichtet, diese in freiem Leben ovovivipar werden, ist an sich etwas Geringes, da die Zeit der Ausscheidung

*) Nach privater Mittheilung von Professor Sandberger soll auch zu dem braunen Schildkäfer Cassida murraea L. eine der grünen Formen als heteromorphe Generation gehören.

**) Die Schlüsse Weismann's hierzu werden unten Aufnahme finden.

Digitized by Google

und damit der Reife der Frucht auch unter andern Umständen wechselt; aber doch ist es ein Zeichen für die Verbindung der Wechselgenerationen mit verschiedner Weise der Vermehrung. Auch die Ausbildung eines stark muskulösen Pharynx erinnert an das, was die Wechselgenerationen der Sylliden unterscheidet. Die Möglichkeit unter verschiedenen Umständen, in verschiedener Entwicklungshöhe zur Fortpflanzung zu kommen, also die Setzung des kritischen Punktes zwischen individuellem Wachsthum und Vermehrung an ungleiche Stellen, hat sich aus dem unbestimmten in geregelten Generationswechsel geordnet.

Vielleicht könnte auf verschiedene Leistungen bei den Arbeiterinnen der Bienen eine weitere Eintheilung derselben begründet werden und so hinüberführen zu einem stärkern Polymorphismus zwischen den verschwisterten Individuen des Staates, wie er sich bei den Ameisen zuweilen findet. Der Ameisenstaat beruht zunächst gleich dem der Bienen und Wespen auf einer aus der Vergesellschaftung des Dimorphismus der Geschlechter und des innerhalb des weiblichen Geschlechts entstehenden Trimorphie. Zuweilen findet sich statt dieser eine Tetramorphie, indem ein Theil der Arbeiterinnen besonders starke Kiefer besitzt und statt der gewöhnlichen täglichen Arbeit die Vertheidigung gegen Angriffe übernehmen soll. Solches, Soldaten neben gemeinen Arbeiterinnen, hat nach gewöhnlicher Meinung von mitteleuropäischen Formen nur Myrmica pallidula, während Polyergus rufescens allein nicht arbeitende unvollkommne Weibchen hat, die jedoch Arbeiterinnen von Formica fusca und Formica cunicularia rauben und in ihrem Staate statt eingeborener Arbeiterinnen als Sklaven benutzen. Aber jener Unterschied ist nach Lespés kein absoluter, die Arbeiterinnen von Myrmica pallidula kämpfen auch und die raubenden Arbeiterinnen von Polyergus rufescens, welche nicht einmal fressen können, weichen von den gewöhnlichen Arbeiterinnen auch ab. Wenn für gewöhnlich nur eine Sorte Arbeiterinnen vorhanden scheint und diese wesentlich gleichartig sind, aus den verschiedenen Kolonieen nur verschieden gross, von den vollen Weibchen überall dadurch unterschieden, dass sie keine Scheidenanhänge haben und nie Flügel bekommen, so nehmen sie doch innerlich durch die sehr ungleiche Entwicklung der Eierstöcke sehr verschiedene Stufen der Abweichung von vollgiltigen Weibchen ein. Soweit sie darin verschieden erscheinen, sind sie nur zum Theil scharf verschieden, zum Theil durch das Material aus andern Kolonieen vermittelt. Bei auswärtigen Ameisen, so der amerikanisch-tropischen Visitenameise, Cephalotes, kommen sehr abweichende Soldaten vor. Noch sonderbarer ist es, dass bei Myrmecocystus mexicanus ein Theil der Individuen, vorher mit Honignahrung überfüllt, zur Flaschengestalt entartet und unbeweglich, wie einen Marktartikel für die Mexikaner, so auch für die Kameraden einen Nahrungsvorrath für knappe Zeit darstellt.

Digitized by Google

In allen bisher genannten Thierstaaten erscheinen die unausgewachsenen Glieder passiv, nur empfangend. Die Larven werden gefüttert, die ruhenden Püppchen von den Ameisen in sorgfältiger Pflege hin- und hergetragen. Man beachtet es weniger als bei der Verschiedenheit erwachsener, oder, obwohl unfertig, an der Gränze ihres Wachsthums angekommener Individuen, dass auch sie eine Heteromorphie repräsentiren, die Heteromorphie der Entwicklung oder die Polymorphie in der Entwicklung.

Fig. 22.



Myrmecocystus mexicanus Wesmael, Honigameise aus Mexiko; natürliche Grösse; mit Honig gefülltes Individuum.

Diese bringt überall eine Ungleichheit der physiologischen Leistungsfähigkeit mit sich, welche immer das Leben des Individuums gliedert, zuweilen aber auch in das Zusammenleben einer Gesellschaft gliedernd eingreift und für die im Artbegriff zusammengefasste Vielheit bedeutungsvoll ist. Für ein Insekt der Ordnung der Lepidopteren gliedert sich das z. B. sehr deutlich, wenn eine Raupe unermüdlich Nahrung aufnimmt, die Puppe, unbeweglich schlafend, ihre Organe und Gewebe umbaut, der Schmetterling, wieder beweglich, doch vielleicht gar nichts geniesst, sondern nur in raschem Liebestaumel die eben fertig gestellten Geschlechtsprodukte los zu werden sucht. Solche Polymorphie der Lebensphasen machen auch jene Hymenopteren durch, aber die frühern Phasen stehen passiv auf einer Seite; sie treten nicht in die Reihe der polymorphen, für das Ganze thätigen Individuen, sie leisten dem Staate gegenüber im Augenblicke nichts, für ihr eignes Werden bedürfen sie vielmehr der Hülfe. Ihre Arbeit für den Staat liegt erst in der Zukunft, wenn die für sie selbst soweit abgeschlossen ist, dass sie über sich hinaus leistungsfähig werden. Dennoch ist die für sie nöthige Arbeit ein Bindemittel des Staats, ein Element der Gesellschaft. Von dem Augenblicke an, dass Jugend- oder Larvenzustände sich über das blosse Empfangen erheben, treten sie äusserlich im Thierstaate als Glieder der Vielgestalt auf und kompliziren dieselbe weiter. Das geschieht bei den Termiten, deren Larven und Puppen beweglich sich den erwachsenen Arbeitern und Geschlechtsthieren untermischen. Man kann in dem Staate dieser Insekten bis 21 Formen von Individuen finden: Larven, bewegliche Puppen oder Nymphen, erwachsene Thiere und solche, welche die letzte Entwicklung noch verschieben, das Alles für Männchen und Weibchen, macht acht; dann gemeine Arbeiter und Soldaten, Beides für Männchen und Weibchen; dazu die zu diesen vier Arbeiterarten gehörigen Larven und Nymphen, macht dazu zwölf; endlich die solitäre Königin, das trächtige Weib, mit abgelegten Flügeln, 30000 Mal so voluminös als ein Arbeiter, die Vergrösserung ähnlich wie bei den Honig führenden Individuen von Myrmecocystus vorzüglich am Leibe unter Ausdehnung der zwischen den harten Schildern liegenden eingefallenen, intersegmentalen Membranen geschehend.

Digitized by Google

Fig. 23.



Termitenkönigin, mit Eiern gefüllt, natürliche Grösse.

Das ganze so gebildete Staatswesen ist in gewissem Sinne ein Individuum, durch den Zwang der natürlichen Eigenschaften zusammengehalten; ihm gegenüber stehen die Einzelnen, die ihren Beruf nicht wählen und nicht verfehlen können, wie Organe; ihre Leistungen gehen verloren, wenn man sie aus dem Zusammenhang nimmt; sie vermögen sich dauernd selbst nicht zu erhalten. Die Eigenschaften der Art sind hier durch die Gemeinschaft vertreten, aber die Selbstständigkeit z. B. darin, dass jegliches Glied seine Speise aufnehmen, sein Blut bereiten, athmen muss, leiblich von den andern getrennt ist, erscheint uns noch überwiegend. Wir zögern nicht, die Einzelnen im Wesentlichen den höhern Individuen gleich zu stellen, das Ganze nur als etwas Sekundäres zu betrachten, es mit jenen Vereinigungen in eine Klasse zu stellen, welche zwar bequem und nützlich, aber nicht naturnothwendig waren. Die Sonderung der Betrachtung des Ganzen und des Einzelnen hat noch keine Schwierigkeit, die Konkurrenz um die Individualität wird noch nicht auffällig.

Wenn dagegen durch körperlichen Zusammenhang unvollkommen abgegränzter Individuen sogenannte Thierstöcke entstehen, in denen auch die Organe der Ernährung und Säftebewegung in Verbindung treten und gemeinsam werden, erhalten wir stärker den entgegengesetzten Eindruck. Bei einer Pflanze ist uns das geläufig. Wir sehen bei den Dikotyledonen schon im Embryo zwei Blattindividuen und ausserdem die Wurzel entstehen, und wir sind geneigt, dem Baume wie seinem Zweige, der Blüthe oder Frucht eine Individualität zuzugestehen; allerdings nicht ganz ohne dem Gedanken Bedeutung zu geben, zu was sie etwa noch werden können, deshalb lieber der Frucht als der Blüthe, und dem Zweige oder der Knospe lieber, wenn wir jenen zum Stecklinge gemacht haben oder zu machen verstehen und diese als Pfropfauge übertragen. Wir sind uns bewusst, dass, wenn wir eine Erbeerstaude vor uns haben, welche an ihren Ranken ebensowohl ein Büschel Blätter allein, als dazu Wurzeln und damit ein neues Pflänzchen bilden kann, die Gränze für die Bestimmung der Individualität, für einen ganzen Organismus und einen Theil, nur relativ ist. Aber beim Thierreich passt uns dergleichen Unbestimmtheit zunächst schlecht und erst allmählich erkennen wir, dass es auch in ihm sich mit dem Individualitätsbegriff in solcher Art verhält.

In einigen Fällen geht auch bei den Thieren aus dem Ei eine Vielfältigkeit miteinander verwachsener Jungen hervor, kleine Thierstöcke, verwachsene Drillinge und mehr. So knospt bei Pyrosoma schon im Ei aus

Digitized by Google

einem geschlechtslosen Embryo eine Kolonie von vieren. Viel häufiger entsteht an einem im Ei einfachen Körper erst später eine Vielfältigkeit, sei es durch Theilung, sei es durch Ausbrechen von Knospen, welche, ebenso wie der in dem Ei sich bildende einfache Zellhaufen, allmählich eine der Mutter gleiche oder auch eine andere Gestalt entwickeln können. Wenn solche auf einem gegebenen Leibe gebildete Knospen sich nicht von ihm ablösen, oder als Geschwister entstandene Individuen sich nicht trennen, oder ein sich theilendes Individuum diese Theilung unvollständig durchführt, so entstehen Thierstöcke. Die Gestalt der Theile und die Form der Verwachsung geben solchen das mannigfaltigste Ansehen und die innern Werkzeuge greifen auf das Verschiedenartigste in einander. Bald ist mehr, bald weniger gemeinsam im Gesammtgewebe, Coenenchym, in Gehäusen oder Gerüsten, in Blutgefässen und Nerven, in verdauenden Höhlen. Die Fülle gewonnener Nahrung wird nicht mehr wie bei den Termiten in Vorrathskammern angehäuft, aus denen alle schöpfen, aber sie wird in gemeinsame Säfte gebracht und daraus der Einzelaufwand entnommen. Wie sonst einem Einzelthiere aus seinem eigentlichen Leben ausgetretene Substanzen, so können die Ueberreste abgestorbener Individuen den lebenden Theilen eines solchen Stockes mechanische Dienste leisten. Eine Korallenbank ist unten schon mit Sand und Muschelresten zu einem Felsen verkittet, während oben und aussen die Urenkel in frischem Leben gleich bunten Blüthen sich entfalten.

Ein Thierstock ist bei gewöhnlichen Korallen, vielen Bryozoen, aggregirten und zusammengesetzten Aszidien so gebildet, dass die Einzelnen von einander nicht wesentlich verschieden sind. In aller Gemeinschaftlichkeit ist dann die Theilbarkeit so deutlich, die Ausführung der Theilung in der Idee so fest bestimmt, in der Verbindung die Menge der Verbundenen so gleichgültig, und damit die Verbindung selbst so nebensächlich, die Beziehung der Einzelnen zur Gemeinschaft, der Vortheil, den sie etwa aus der Verbindung erlangen, so sekundär, dass wir uns von dem, was uns bis dahin beherrschte, der gestaltlichen Erscheinung, loszumachen nicht zaudern und wir trotz deren Einheitlichem von in einem Thierstocke verwachsenen Individuen reden.

Die Bildung von solchen Thierstöcken oder verwachsenen Thierstaaten fällt unter diejenige Art der Vermehrung, welche wir, weil dabei Geschlechtsorgane und deren Produkte nicht in Betracht kommen, namentlich nicht eine Fortpflanzung durch Eier zu Stande kommt, die ungeschlechtliche nennen. Diese steht den nicht zur Vermehrung führenden Erscheinungen in Wachsthum und Entwicklung näher als die geschlechtliche Vermehrung, ist weniger bestimmt von jenen geschieden. Sie kommt im Thierreich vielleicht nirgends ausschliesslich vor, obwohl noch nicht überall bei für Thiere angesehenen Organismen Aequivalente der Eier bekannt sind. Wo sie vorkommt,

Digitized by Google

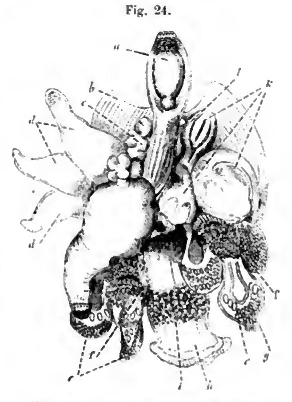
giebt es vielmehr einen Wechsel geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Erzeugung oder Vermehrung. Dadurch sind zweierlei und zuweilen mehr Generationen gegeben, welche wenigstens für den Anfang, häufig aber für das ganze Leben, eine Verschiedenheit und zuweilen eine sehr grosse bieten, mehr oder weniger bezüglich auf die Geschlechtsarbeit. Wir erhalten mit der doppelten Weise der Vermehrung, der Digenese, einen Dimorphismus, oder auch Trimorphismus, Polymorphismus der Generationen. Dieser kann sich für das Bild der Art mit dem Dimorphismus der Geschlechter und dem Pleomorphismus der Entwicklung der Wandlungen, Metamorphosen, verbinden, oder mehr rein für sich bestehen. Dass eine Folge verschieden gestalteter Generationen nicht nothwendig mit verschiedener Fortpflanzungsweise der einzelnen verbunden sei, geht bereits aus dem oben Gesagten hervor; die Verschiedenheit trifft jedoch sehr gewöhnlich die Fortpflanzungsweisen mit, so dass in minder differirenden Fällen die eine Generation weniger bestimmt als Eier charakterisirte oder der Befruchtung nicht oder weniger bedürftige Geschlechtsprodukte, in den höher differirenden eigentliche Knospen bildet, welche sich bald früh, bald spät ablösen, bald dauernd zu einem Thierstocke verbunden bleiben können. Zuweilen erscheint dann das Individuum, welches eine Brut ungeschlechtlich an sich ausbildet, statt auf dem Wege der Zeugung, der Sonderung, mehr auf dem der Ernährung thätig, weshalb es Amme heisst, mehr wie die ältere, vorab ausgewachsene Schwester in einer Gemeinschaft, welche in erster Anlage ganz auf ein einzelnes Ei zurückzuführen, in ihren übrigen Theilen, den jüngern Geschwistern, statt nachträglich ausgebildet, nachträglich entstanden zu sein scheint. So vermittelt sich der Dimorphismus der Verschwisterten mit dem der Generationen. Man kann besonders die Salpenammen je als die ältesten, vorab und besonders ausgebildeten Glieder der Salpenketten, welche an ihnen entstehen, betrachten; sehr wohl auch diejenigen Anneliden, welche an sich in Vermehrung der Glieder erst ablösbare, als Geschlechtsthiere fungirende Portionen aufgeammt haben und nachher selbst noch geschlechtsthätig werden.

Die zu Thierstöcken verwachsenen Individuen können einander wesentlich gleich sein, dann pflegt jedes durch ungeschlechtliche Vermehrung entstandene Individuum geschlechtsthätig zu werden; die aus Eiern hervorgehenden machen ihre Entwicklung durch und gründen die neue Generation. Es ist eine Digenese vorhanden, aber der Dimorphismus der Generationen unbedeutend. Solche Thierstöcke sind aber andrerseits besonders geeignet, die Arbeitstheilung in verschiedenem Grade endlich bis zu Polymorphie von sehr hohem Grade auszubilden. Dann repräsentirt erst die zusammengenommene Vielzahl die Summe von Eigenschaften, welche in nahe Verwandten oder in Wechselgenerationen auf das Festeste zusammengeordnet einem Individuum zukommen.

Digitized by Google

Das überraschendste Beispiel hierfür geben die Schwimmpolypen oder Siphonophoren, bei welchen auch das Bedürfniss dieser Begriffsuntersuchung am stärksten sich aufgedrängt hat. Die in einer Seenessel oder Qualle in radiärer Ordnung um einen Mund zusammengestellten, nach Zahlen bestimmten Theile finden sich hier von wesentlich gleicher Art aber nicht in gleicher Zutheilung und Ordnung, auch nicht in bestimmten Zahlen, dazu mit gewissen sekundären Besonderheiten. Namentlich ist die Vielzahl auch auf die Mäuler und damit verbundenen Mägen ausgedehnt. Obwohl die Zerlegung in gleiche Individuen nicht nur nicht leicht, sondern gar nicht möglich ist, hat man doch in der Begriffsstellung, wohl zunächst geleitet von der Vielheit des Mundes, nicht gezögert, eine Zusammenordnung zahlreicher Individuen zu einem Thierstocke anzunehmen, wie oben, wo eine Menge von wesentlich gleichen und vollständigen Individuen verbunden war. Da nun nicht etwa die Stücke, welche nicht Mund sind, den einen Mund bildenden oder tragenden, und damit am besten die Vorstellung einer Individualität erregenden, jeweilig zugetheilt sind, vielmehr beiderlei Formen in der verschiedensten Weise bald für sich, bald die gleichartigen oder ungleichartigen zusammengeordnet in Gruppen stehen, müssen wir jeden sich leidlich abgliedernden Theil als Individuum betrachten, gleichwerthig einem mundtragenden oder anderswo einem selbstständigen Thiere, obwohl er nur in Zusammenhang mit einem alle verbindenden Stamme und etwa vorübergehend in einer kleinen Traube verschiedenartiger Stücke Bedeutung hat. Dann finden sich an einem Stamme, einem Faden, einer Scheibe: eine Schwimmblase, ein Haufen Schwimmglocken, Büschel von Mäulern mit Mägen, männliche und weibliche Geschlechtsknospen, Nesselkapseln, Deckstücke. Anatomisch, morphologisch, bei Feststellung des Individualitätsbegriffs durch räumliche Abgränzung ist die Totalität ein Individuum mit vielen Mäulern und mit eigenthümlicher Vertheilung der übrigen Organe an sonderbarem Körper; physiologisch aber haben wir nicht einen durch alle seine Theile bedingten und sie bedingenden Organismus, sondern einen Zerfall des thierischen Leibes bis zu einem hohen Grade der Selbstständigkeit der Organe.

Fig. 24.



Eine sehr kleine Röhrenqualle, Siphonophore, Agalmopsis Sarsii Kölliker, von Villa franca bei Nizza; etwa 50 mal vergrössert. a. Schwimmblase. b. Deckstück. c. Mehrere noch unbestimmte Knospen. d. Tentakel in verschiedener Höhe der Entwicklung. e. Nesselköpfe. f. Die jene tragenden spiralig gerollten Nesselfäden. g. Fadenfortsätze an Nesselköpfen. h. Nährpolyp. i. Leberzellen des Nährpolypen. k. Ein Haufen medusoider Geschlechtsknospen. l. Der Alles tragende Stamm.

Digitized by Google

Uebrigens können auch ganze Stöcke im Vergleiche mit einander dimorph sein, z. B. der eine nur männliche, der andere nur weibliche Individuen tragen, bei Korallen; oder der eine mit besonderen Fangindividuen, sogenannten Vogelköpfen, ausgerüstet sein, der andere nicht, bei Buguliden unter den Bryozoen.

Im Prinzipe fortschreitend können wir danach jedem Theilchen eines thierischen Leibes, was das Leben betrifft, physiologisch, eine relative Individualität zuschreiben. Dieselbe wird beherrscht durch die aus dem Ergänzungsbedürfniss hervorgehende Verbindung mit anderen. Das Ergänzungsbedürfniss bemisst sich nach dem Umfang der zur Arterhaltung nothwendigen Arbeit und der gegenüber stehenden eigenen Unvollkommenheit der Organisation. Vereinzelung, Vereinigung sämmtlicher Organe und Leistungen in einem sich allein allseitig genügenden, abgeschlossenen, die Organe gänzlich unterordnenden Ganzen verlangt für bedeutende Leistung komplexen Bau, hohe Organisation und giebt ohne sie geringe Leistung, sei es für das Ganze, sei es für das Einzelne. Sehr gewöhnlich tritt für sie ein der Geschlechtsdimorphismus und nur dieser. Dann folgt eine in andern Punkten mehr einseitige Entwicklung, welche, bei hervorragender Befähigung für einzelne Leistungen, Mangelhaftigkeit in anderen mit sich bringt, und so den Anschluss an andre von gleichem Stamme auch ausser für die geschlechtliche Begegnung bedingt. Endlich folgt die Vertheilung der verschiedenen früher von einem Einzelwesen ausgefüllten Funktionen auf viele organisch Verbundene. Solche stehen dann dem Ganzen gegenüber fast gerade so, wie früher Organe, aber sie qualifiziren es durch die Vielfältigkeit und theilweise Selbstständigkeit der Stücke, z. B. der Mäuler, zu besonderen Leistungen. In verschiedenen Lebensphasen können im Einzelnen diese Beziehungen ungleich sein.

Gestaltliche Anordnung der Theile.

Gewisse Anordnungen der Theile in den Thieren sind, äusserlich hervortretend, zugleich dazu angethan, den Vorstellungen von einer Zerlegbarkeit thierischer Körper mit der Bedeutung der Stücke als Individuen, ohne dass dabei die Möglichkeit wirklicher Ablösung gleichwerthiger Theile mit Lebensfähigkeit inbegriffen wäre, besonderen Anhalt zu geben, theils, weil in ihnen wenigstens eine auffällige Gleichwerthigkeit von Theilen und damit eine Repräsentation des Ganzen im Theile gegeben ist, theils, weil solche Combinationen in eine Reihe gestellt werden können mit anderen, in welchen die Theile wirklich für sich lebensfähig sind.

Für die Beschreibung ist die ideale Zerlegung in solche Theile ein

Digitized by Google

wichtiges Hülfsmittel. Sie vereinfacht, soweit sie das Einfache für das Zusammengesetzte stellen kann, und lässt an den Modifikationen, welche das Gleichartige, Gemeinsame in den verschiedenen Theilstücken erleidet, am besten erkennen, wie überhaupt Verschiedenheiten zu Stande kommen und welche Effekte sie haben. So vermittelt der Vergleich der Theile eines Ganzen den der verschiedenen Ganzen.

Es giebt organische Körper, welche eine ideale Zerlegung in wesentlich gleichgeformte Theilstücke überhaupt nicht gestatten, sei es, weil sie, im Ganzen wie in den Theilen amorph, für eine gestaltliche Beschreibung überhaupt keinen Anhalt bieten, wie Amöben, sei es, weil sie in Gestalt und Form keine regelmässige Wiederkehr der Theile haben, wie Wimperinfusorien. Bei allen Thieren über den Infusorien, selbst schon bei Schwämmen, kann man, wenn auch zuweilen stark abgeschwächt, eine Gliederung des Körpers in mit einander wohl vergleichbare Theile erkennen und zur Beschreibung mit Vortheil anwenden. Kann man mit Ebenen, in welche die Hauptaxe des Körpers fällt, solche Theile von einander trennen, so nennt man sie Gegenstücke, A n t i m e r e n, schneiden die möglichen Theilungsebenen die Hauptaxe quer, so heissen jene Theile Folgestücke, M e t a m e r e n. Solche Anordnung kann sehr ungleich deutlich ausgedrückt sein, sie kann für verschiedene Theile des Thieres in verschiedenem Grad, an verschiedenen Orten, in verschiedener Zahl auftreten, sie kann früher oder später deutlicher sein, undeutlicher werden, sich umgestalten, verschwinden.

Die weitaus grösste Menge der Thiere zeigt über alles Andere überwiegend eine Theilbarkeit nach rechts und links, die gewöhnliche S y m m e t r i e. Wenn man nicht von der Vermehrung durch Halbirung bei Infusorien reden will, welche von Anfang an als wirkliche Vermehrung erscheint, ist die Zerlegung in zwei Antimeren wohl immer nur ideal; d. h. bilateral symmetrische thierische Körper lösen sich nicht real in zwei Hälften, so dass zwei lebensfähige Individuen in voller Trennung von einander entständen. Diese Nothwendigkeit der Verbindung in Ergänzung gilt nicht in gleichem Grade wie für das Ganze für einzelne Organe. In ihnen kann die Duplizität zu vollkommener Unabhängigkeit der Funktion führen, so dass die symmetrischen Stücke ebensowohl zusammen arbeiten als einander ersetzen oder ablösen können, oder auch nur eines eine gewisse Funktion übernimmt.

Die gewöhnliche Symmetrie eines thierischen Körpers bezeichnet nicht, dass die beiden Hälften einander decken, sondern nur, dass sie Spiegelbilder für einander bieten. Soweit sie Organe der Ortsbewegung repräsentiren, liegt in der damit möglichen Ungleichseitigkeit in sich die Begründung des Ergänzungsbedürfnisses.

Die b i l a t e r a l e S y m m e t r i e ist gewöhnlich nicht durchgreifend, nicht in allen Theilen des Körpers gleichmässig vertreten. Bei uns selbst und den meist verwandten Thieren erscheinen die äusseren Theile sehr gut

Digitized by Google

symmetrisch und nur genaues Zusehn zeigt dort Schiefheit, wo sie den Umständen nach am meisten auffällt, z. B. an den Gesichtshälften, an der Nase. Das wird an Schädeln von Zahnwalen auffälliger. Die Knochen der rechten Seite pflegen stärker und länger zu sein, die Mittellinie, bestimmt durch die Naht der Zwischenkieferbeine, die Nasenbeine und das in der Nasenöffnung, dem Spritzloch, erscheinende Pflugschaarbein, ist nach links konkav. Man wird mit Rücksicht auf die Besonderheiten dieser Thiere in Bau und Bewegung den hier am Schädel deutlicheren Ausdruck der Asymmetrie parallelisiren dürfen mit der Abschwächung des linken Armes beim Menschen. Die erste Ursache der gewöhnlich stärkeren Ausbildung der rechten Seite des Vorderkörpers der Säugethiere, besonders des Menschen, liegt in der Lage des Herzens und der grossen Gefässe. Die vordere Körperhälfte erhält rechts das Blut in reicherem Masse wegen des stärkeren Stosses, weil ihre Schlagadern, Subclavia dextra und Carotis dextra, dem Herzen näher und zugleich mehr in der Richtung des Anfangstheils der Aorta, des aufsteigenden Bogentheils, liegen als die gleichen Gefässe der linken Seite. Sie ist rechts dadurch im Wachsthum besser ernährt und während des Gebrauchs besser gespeist; auch der Rückfluss des Blutes erfolgt von ihr direkter, weil die rechte obere Hohlvene das Blut von links mit übernimmt. Der Unterschied ist um so stärker, eine je kürzere Strecke die Blutwege für die verschiedenen vorderen Körperregionen vereint sind; er schwindet nahezu bei der Bildung einer Aorta anterior, eines gemeinsamen Stamms aus dem Aortenbogen für die Gefässe beider vorderen Gliedmassen des Halses und Kopfes. Diese wird gebildet bei Thieren mit einfachst pendelförmiger und in der Regel gleichzeitiger Arbeit der vorderen Gliedmassen, im Galoppsprung, in Zusammentreffen mit langen balancirenden Hälsen, den besten Einrichtungen für gradlinige Ortsbewegung. Dabei findet sich dann wohl auch Vertretung der obern Hohlvene linker Seits und die Lage des Herzens ist gradlinig median, die rechte Abtheilung liegt dorsal, die linke ventral. Diese Begründung eines gewissen Grades von Schiefheit aus der Ernährung, wenn auch nicht reif zur Durchführung für alle Fälle, findet vielleicht eine Unterstützung aus der Einrichtung der grossen Gefässe bei den Vögeln, für welche Symmetrie der Bewegungseinrichtungen und gleiche Gewichtsvertheilung besonders bedeutsam sind. Indem bei ihnen die etwas von links nach rechts aufsteigende Aorta sich in merkwürdigem Gegensatze zu den Säugern nicht von dort nach links zurückbiegt, vielmehr an der rechten Seite der Wirbelsäule absteigt, sind die Vortheile zwischen beiden Körperhälften vertheilt; die linke Seite erhält das Blut früher, aber unter ungünstigerem Winkel für die versorgenden Gefässe, die rechte später, vom schwächeren Strom, aber unter günstigerem Winkel. So wird die Ernährung der Flügel leicht eine beglichene sein; die Gewichtsvertheilung, für welche die mediane Lage des Herzens und die manchmal vollkommene Beibehaltung

Digitized by Google

der Symmetrie für die Leber wichtig sind, dürfte übrigens noch durch die Luftsäcke korrigirt werden; wahrscheinlich unbewusst, in direkter Folge aus der etwaigen Ungleichheit der Flügelhaltung. Ob leichte Asymmetrien in Einem oder Anderem die Vorliebe für kreisenden Flug in bestimmtem Sinne bedingen, wird schwer zu entscheiden sein*). Ich habe bisher bei Säugern nur einmal, nämlich bei Choloepus Hoffmanni Peters, dem Faulthier von Costa-rica gefunden, dass die Art. subclavia für die rechte Seite später vom Aortenbogen abgeht als die linke, wo sie dann überhaupt das letzte vordere Gefäss ist, nachdem der Aortenbogen sich schon zum Absteigen wendet. Das soll auch beim Menschen abnorm vorkommen. Dass beim Menschen, auf der von der Natur gegebenen, geringen, aber doch wohl empfundenen, Bevorzugung der rechten Hand weiter bauend, Erziehung noch wirksamer gewesen ist und die darauf gegründeten Verwendungsunterschiede, ohne Rücksicht auf den Grad der angeborenen Anlage, ja gegen solche, nach Sitte durchgesetzt hat, erkenne ich vollständig an. Wie vielleicht ein Wal, gewohnheitsmässig und mit Rücksicht auf durch die Gewohnheit und Uebung gewonnenen Eigenschaften, seine Wendungen öfter nach links macht, so ist auch bei uns allmählich die linke Hand in Arbeitstheilung zur Hülfshand herabgesunken, ein Amboss zum Hammer der rechten geworden, und es bedingt sich dadurch immer mehr im Alter und bei gewissen Arbeiten und Gewerben schiefe Körperhaltung, Schiefheit in der Wirbelsäule, im Becken, Ungleichheit in den Beinen.

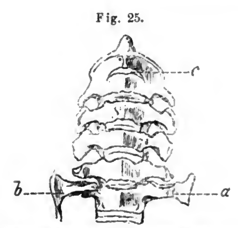
Bei einem Dromedar unserer Sammlung ist eine starke Asymmetrie des Zungenbeins wohl als Folge des Gebrauchs der Zunge beim Mahlen des Futters in einer bevorzugten Richtung anzusehen.

Verborgene Asymmetrie finden wir auch bei Säugern vielfach. Die Gleichheit der Seiten vernichtend, kann sie ein Mittel sein, die Gleichwerthigkeit verschiedener aufeinander folgender Stücke zu erweisen. So hat ein Zebra, Equus Burchelli, unsrer Sammlung hinter den an beiden Seiten Rippen tragenden Rückenwirbeln einen Wirbel, der einerseits eine Rippe trägt, andrerseits wie die nachfolgenden Lendenwirbel einen Querfortsatz. Ein Choloepus Hoffmanni besitzt an seinem letzten, sechsten, Halswirbel einerseits eine abgegliederte Halsrippe, andrerseits einen festen

*) Die merkwürdigste Asymmetrie an Vögeln ist wohl der zur Seite gebogene Schnabel des Anarhynchus frontalis, eines dem Strepsilas oder der Tringa verwandten neuseeländischen Vogels, welche schon bei Nestvögeln sich findet. Fast allen Vögeln kommt bekanntlich eine Asymmetrie des weiblichen Geschlechtsapparats zu, gestattet aber gerade mediane Lagerung der reifenden Eier; weniger bedeutend ist, wenn bei Tauben die beiden Musculi sternotracheales sich rechts an die Luftröhre setzen; das ist wohl nur eine Verschiebung aus Haltung des eingezogenen Halses. Wenn die Bewegungsorgane sehr symmetrisch sind, kömmt es auf die Anordnung des Ballastes weniger an.

Digitized by Google

Fig. 25.



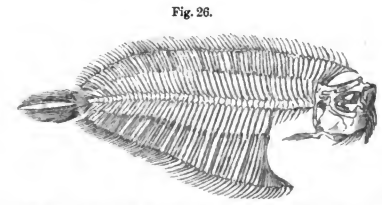
Halswirbelsäule von Choloepus Hoffmanni Peters, dem zweizehigen Faulthier, wahrscheinlich von Costa-rica, einem jungen Weibchen, ohne den ersten Ringwirbel, Atlas, vom Bauche gesehen. Natürliche Grösse.

Der vorderste abgebildete Wirbel, Epistropheus, lässt durch die Zwischenwirbelscheibe c erkennen, dass sein Zahn durch den angelötheten Körper des Atlas gebildet wird. a. Angelötheter zweiwurzliger Querfortsatz der linken Seite am sechsten, bei dieser Art letzten, Halswirbel. b. Diesem auf der rechten Seite entsprechende eingelenkte, zweiwurzlige, hammerähnliche Rippe.

Querfortsatz, wodurch dann die Gleichwerthigkeit von Rippen und Querfortsätzen unter verschiedenen Bedingungen und Formen festgestellt wird.

Besonders auffallend ist die Schiefheit der Plattfische, Butten, Schollen, Zungen. Sie entwickelt sich erst nach Verlassen des Eis, und vielleicht nicht bei solchen Formen, welche im hohen Meere keine Gelegenheit haben, sich seitlich auf den Grund zu legen. Namentlich werden dabei die Gesichtsknochen asymmetrisch; das Auge einer Seite wandert zu dem der anderen hinüber; der Mund stellt sich durch Schiefheit mehr seitlich: bei Rhombus wird die rechte, bei Platessa und Solea die linke Seite blind. Zugleich färbt sich die blinde Seite am Leibe nicht und erhält endlich in Ansehn und Verwendung den Charakter einer Bauchseite, oder mit andern Worten für Bildung der Rückenseite und Bauchseite, was Lage und Färbung betrifft, findet nicht die gewöhnliche Combination der Eigenschaften statt; die diese Unterscheidung bestimmenden Theile und Verhältnisse sind nicht einheitlich gerichtet. Auch kann die Brustflosse auf der blinden Seite verloren gehn, während sie andrerseits bleibt: Monochirus. Um so stärker tritt dann die dorsoventrale Symmetrie an dem fast den ganzen Körper einnehmenden Schwanz hervor.

Fig. 26.



Skelet von Solea vulgaris Quensel, der gemeinen Scholle, von Triest; ein Sechstel der natürlichen Grösse.

Ersichtlich gilt bei den eben in's Auge gefassten höheren Thieren die Symmetrie für die inneren Organe, Lunge, Herz, Magen, Leber, Milz, Darm weniger. Die vergleichende Untersuchung, besonders an Hand der Entwicklungsgeschichte, ergiebt, dass auch diese von symmetrischen, paarigen oder medianen Anlagen ausgehn. Das kann verhüllt werden, indem innere Organe zur Aufwicklung gezwungen, verschoben oder schief gerichtet werden, oder auf einer Seite im Wachsthum zurückbleiben, weil die sie umschliessenden äussern Theile ihrer gradlinigen, symmetrischen Entfaltung, wegen nicht entsprechenden Wachsthums, nicht Raum geben. Solches ge-

Digitized by Google

schieht in der Hauptsache schon vor der Geburt, es kann aber auch im Heranwachsen die Schiefheit der inneren Organe sich verstärken oder auch vertauschen. So wird der Blindsack des Magens allmählich grösser und besonders bei den Wiederkäuern dadurch der Magen immer mehr asymmetrisch gestaltet und gelagert. Beim Pferde wird, während anfänglich der linke Lappen der ursprünglich symmetrischen Leber durch den Raumanspruch des Magens in Grösse zurückbleibt, später bei magenähnlicher Ausdehnung des Colons der rechte Leberlappen atrophisch und nun ist der linke der grössere*). Der linke Hauptstamm der Chylusgefässe, der Ductus thoracicus übernimmt in der Regel die Aeste des ganzen Hinterkörpers und des linken Vorderkörpers, der rechte, Ductus trachealis, nur den rechten Vorderkörper, jener drei, dieser ein Viertel. Da wird das Prinzip der Zusammenlegung der Ströme selbst auf Kosten der Symmetrie geltend. Man pflegt jene äusseren, die Beziehungen zur eigentlichen Aussenwelt vermittelnden Theile, an welchen die Organe der Ortsbewegung die Hauptmasse bilden, als vorzüglich das Thier auszeichnende die animalen zu nennen. Deren Entwicklung ist bei Wirbelthieren und Gliederthieren meist so bedeutend, dass die in ihnen repräsentirte Symmetrie die Asymmetrie der inneren, vorzüglich der Ernährung und Fortpflanzung dienenden, sekundär vegetativen Theile, aufgezwungen durch Wachsthumsinkongruenz des aneinander Gebundenen, versteckt. Aber diese Asymmetrie innerer Theile kann auch bei ihnen den grössten möglichen Grad erreichen, so dass ein Organ auf einer Seite ganz fehlt, wie die Milz, indem diese, ursprünglich median, durch den im Wachsthum sich schief lagernden Magen nach links gewendet wird, oder eine Lunge der Schlangen, welche wirklich paarig angelegt auf einer Seite fast ganz in der Entwicklung zurückzubleiben vermag. Bichat hat wohl zuerst hervorgehoben, dass die Organe des vegetativen Lebens nicht an der Symmetrie der animalen Antheil haben.

Bei den Weichthieren ist in vielen Fällen die animale Sphäre relativ weniger entwickelt und die Umwachsung des vegetativen Apparats durch dieselbe ist namentlich bei Gastropodenschnecken oft sehr unkräftig. Dann tritt das asymmetrische Verhalten des kolossalen und doch für seine räumliche Anordnung an die animale Schicht gefesselten vegetativen Apparates nicht allein selbst unverhüllt hervor, sondern zwingt auch über die nächste Umhüllung hinaus die animalen Theile mit in Asymmetrie. Wie wenn bei

*) Die ursprüngliche Symmetrie der Leber sammt symmetrischer Lage finde ich besonders schön bei hochbeinigen, schmalgebauten Vögeln, grade z. B. bei Mycteria australis; auch Schildkröten zeichnen sich dadurch aus, jedoch bei vorwiegender Lagerung und Entfaltung in die Breite. Sehr beachtenswerth ist die Umwandlung der Symmetrie in immer grössere Asymmetrie bei den Eingeweiden der Reptile, wenn der Körper gestreckter wird. Dann verkümmert eine Lunge, ein Leberlappen; Nieren und Geschlechtsorgane der beiden Seiten lagern sich hintereinander statt nebeneinander.


Digitized by Google

schwachen Bauchdecken eines Menschen ein grosser Eingeweidebruch sich vordrängt und der Darm in ihm mit asymmetrisch gewundener Schlinge liegt, so drängen die Eingeweide einer Schnecke normal die Rückendecke vor sich her und bilden ein asymmetrisches, spiralig gewundenes Knäuel, welches mit der Asymmetrie der es bedeckenden Schale weiter eine des Rückziehmuskels, der Seitenwände des Körpers, der Geschlechtsorgane, auch wohl der Fühler und Augenstiele, selbst, bei den Trochiden sehr merklich, der Zungenreibeplatte, Radula, welche statt in vertikaler theilweise in seitlicher Einrollung Raum suchen muss, auch, wo ein Deckel vorhanden ist, eines solchen und des ihn bildenden und tragenden Hinterrückens bedingt. Die trotz dieser betonten Asymmetrie in den Weichthieren steckende Symmetrie hervorgehoben zu haben, ist das Verdienst de Blainville's.

Bronn hat in den morphologischen Studien 1858 für die Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere den Halbkeil, das Hemisphenoid, als gemeinsame Grundform bezeichnet. Das ist die Gleichheit im Spiegelbilde für die Hälften neben einer senkrechten Theilebne, in welcher die Längsaxe liegt. Diese Grundform gestattet, dass Vorn und Hinten, Oben und Unten verschieden sind; sie kann weiter gewähren Aehnlichkeit der Querschnitte und das ist für die Metamerenbildung sehr wichtig.

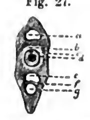
Die Ausprägung einer einfach bilateralen Symmetrie ist eine Bevorzugung der Entwicklung nach rechts und links vor anderen. Sie kann zunächst verbunden sein mit einer dorso-ventralen Symmetrie und sie kann von dieser in Ausprägung übertroffen werden: die Bauchhälfte kann eine vollständigere Uebereinstimmung mit der Rückenhälfte zeigen, als die rechte Körperhälfte mit der linken. Sofern die beiden Symmetrien ganz durchgeführt wären, würde man zwei sich rechtwinklig schneidende Ebnen durch die Längsaxe des Körpers so zu legen im Stande sein, dass jede von ihnen den Querschnitt in zwei Hälften theilte, welche nicht nur Spiegelbilder von einander wären, sondern bei Drehung einer um zwei Rechte einander deckten. Jedes Viertel würde ein Spiegelbild der zwei benachbarten Viertel sein, brauchte aber seine Nachbarn bei Drehung um einen Rechten noch nicht zu decken; der Körper würde ein Sphenoid nach Bronn sein, ohne dass der Durchschnitt ein Kreis zu sein brauchte.

Die Untersuchungen von K. E. von Baer haben zuerst gelehrt, dass in allen Embryonen von Wirbelthieren ein Organ entsteht, welches in späterem Heranwachsen nur in den Niedrigeren mehr oder weniger erhalten bleibt, in den Höheren aber in Umwachsung durch die Wirbelsäule erstickt wird, die Rückensaite, chorda dorsalis. Diese bildet eine Axe für die, in unserem Sinne sekundär, animale Sphäre und man kann eine gewisse Uebereinstimmung dorsaler und ventraler Theile dieser Sphäre gegenüber dieser Axe erkennen. In der embryonalen Entwicklung wird diese zur bilateralen Symmetrie sich gesel-

Digitized by Google

lende dorsoventrale der Wirbelthiere am deutlichsten ausgebildet in einer Papille, mit welcher der animale Theil des Keims sich hinten von der kugligen Begränzung der Dottermasse losmacht, und in welchem seine spezifische Entfaltung nicht gestört wird von Einflüssen eines ihm anliegenden Darmrohrs oder Dottersackes. Aus dieser Papille entwickelt sich der Schwanz der Wirbelthiere und in den best entwickelten Schwänzen, denen der Fische, tritt auch in Erwachsenen die dorsoventrale Symmetrie am deutlichsten hervor, während für die bilaterale ein Unterschied zwischen Rumpf und Schwanz nicht besteht. Der einzelne Wirbel ist dafür ein bester Ausdruck, nach ihm richtet sich das Uebrige und er erhebt über gewisse Mängel an der dorsoventralen Symmetrie, welche andere Theile anzeigen. Vielleicht täuscht er aber auch grade dabei durch eine sekundäre, falsche, scheinbare Symmetrie. Für das den Körper umziehende Flossensystem gilt ebenfalls eine ausgezeichnete dorsoventrale Gleichartigkeit. Innerhalb desselben kommt theilweise durch beidseitige Zusammenlegung von Strahlenhälften die bilaterale Symmetrie deutlicher zum Ausdruck, noch mehr, wenn solche Hälften, wie auf dem Kopfe der Fische der Gattung Echeneis, der sogenannten Schiffshalter, in der Weise von Speichen in den Leisten der Kopfscheibe nach rechts und links aus einander gelegt sind, obwohl sie noch in der Medianen zusammenstossen. Am Bauche werden die Strahlen aus einander gedrängt und bilden unterbrochen, nur noch an den hinteren und vorderen Flossen und an den Kiemenbögen hinauf- und hinablaufend, die strahligen Besetzungen dieser Gürteleinrichtungen, zuweilen, bei den Discoboli, am Vorderbauche ähnlich zur Scheibe verbunden wie auf dem Kopfe der Echeneis, um zuletzt am Zungenbein als Kiemenhautstrahlen und am Unterkiefer vielleicht als Bartfäden aufzutreten, wie über der Schnauze als vereinzelte stellbare Strahlen. Die dorsoventrale Symmetrie wird aber sehr gewöhnlich an den Flossenstrahlen und ihren Trägern grade am Schwanzende, wo sie doch aus der besonderen Entwicklung der Verdauungshöhle dafür direkte Motive nicht mehr hat, durch Verschiedenheit in Grösse und Zahl der Theile für Bauch und Rücken gestört, wobei die Bauchseite immer bevorzugt erscheint. So wird bei den meisten Fischen und immer bei kräftiger Entwicklung der Schwanzflosse der anfangs homocerke Schwanz heterocerk, der untre Theil der Schwanzflosse überwiegt. Das liegt klar bei Rochen, Haien, Stören. Bei den meisten Knochenfischen, obwohl thatsächlich stärker ausgebildet, ist es dem ersten Blicke versteckt; die Schwanzflosse hat deutlich gesondert einen ziemlich gleichen oberen und unteren Theil; bei genauerer Prüfung ergiebt sich aber die Axe als aufgebogen; von der oberen Hälfte der Flosse ist äusserst wenig wirklich Rückenantheil,

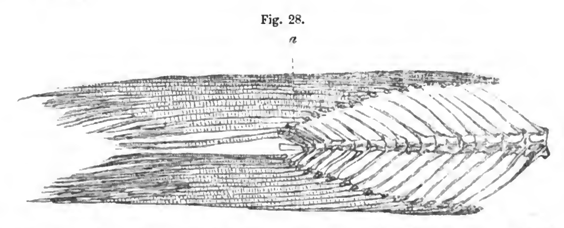
Fig. 27.



Querschnitt durch die knorplige Wirbelsäule von Acanthias vulgaris Risso, dem Dornhai, von Helgoland, in natürlicher Grösse. a. Medullarkanal. b. Verkalkung im Knorpel. c. Scheide der chorda. d. Die chorda dorsalis. e. Obere Abtheilung des Hämalkanals für die Arterie. f. Quere Scheidewand im Hämalkanal. g. Dessen untere Abtheilung für die Vene.

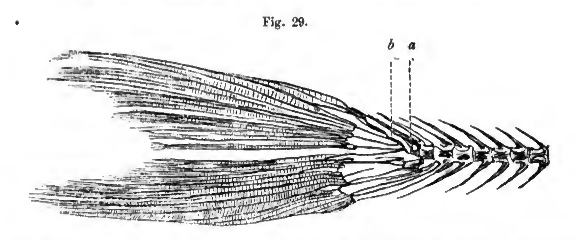
alles Uebrige gehört dem Bauchtheil an und äfft durch eine Gliederung in zwei eigentlich auf einander folgende, aber über einander geschobene Theile eine Homocercie nach; die primäre Homocercie ist durch eine besondere Modifikation starker Heterocercie durchgehend zu sekundärer Homocercie gelangt.

Fig. 28.



Ein fast vollkommen primär homocerker Fischschwanz von Gadus aeglefinus Linné, dem Schellfisch, von Ostende, in natürlicher Grösse.
a. Die die Schwanzflosse halbirende Endplatte des letzten Wirbels.

Fig. 29.



Ein ursprünglich ganz auf der Bauchseite angelegter sekundär homocerker Fischschwanz von Barbus fluviatilis Agassiz, der Barbe, aus dem Neckar, in natürlicher Grösse.
a. Der letzte Wirbelkörper. b. Die die Schwanzflossenträger oben abschliessende Endplatte.

Auch am vorderen Ende wölbt sich die Axe oder die in ihrer Verlängerung liegende Reihe von Knochen der Schädelbasis, namentlich das Siebbein auf und die gewaltige Entwicklung der hier ventral angelehnten Gürtel zu Zungenbein, Kiefern, Jochbogen, Nasenbeinen u. s. w. und die besondere Gestalt der obern Bögen erlaubt nur auf Umwegen die dorsoventrale Symmetrie nachzuweisen.

Wir haben oben angedeutet, es sei vielleicht die ganze dorsoventrale Symmetrie der Wirbel, welche in oberen und unteren Bögen, namentlich am Schwanze, sich ausspricht, etwas Sekundäres. Dafür schiene zu sprechen, dass auch bei wahrhaft homocerken Fischschwänzen ein sehr grosser Unterschied für die versteckter liegenden Theile besteht, indem die oberen Bogen die Centralorgane des Nervensystems, die unteren die beiden grossen Schwanzgefässe, Arteria und Vena caudalis, unter sich durchgehn lassen. Am

Digitized by Google

Rumpfe, wo ventral die ganze weite Bauchhöhle mit ihren Eingeweiden ausser der weiteren Entwicklung jener Gefässe liegt, schwindet die dorsoventrale Symmetrie noch weit mehr, Skelettheile und Muskeln nehmen wesentlich neue Lagen und Beziehungen an. Genauere vergleichende Untersuchungen beweisen, dass der eigentliche Gegensatz von über der Axe liegenden epaxonen Theilen, vorzüglich Muskellagen, und unter der Axe liegenden, hypaxonen, welcher eigentlich die dorsoventrale Symmetrie ausmachen sollte, im Allgemeinen durch Verkümmerung der hypaxonen Lagen verschwindet oder doch sehr zurücktritt, dass dagegen die epaxonen Entwickelungen auf den Seiten sich bauchwärts neigen und endlich verbunden die ventralen Lager mit bilden, ohne hypaxon zu sein. Dann kann am Rücken der Bauchhöhle ein Rest hypaxoner Muskeln liegen, während ihre Bauchwand von ventral gewordenen epaxonen Theilen gebildet wird. Indem Solches nach dem Schwanze übergreifen kann und die Muskulatur des Schwanzes andrerseits auf die Bauchwand, können Unsicherheiten darüber empfunden werden, wie weit selbst am Schwanze die dorsoventrale Symmetrie eine primäre oder sekundäre sei. Vor Allem aber geht daraus hervor, dass „Ventral“ nicht immer als der Bauchseite zugewendet, sondern für die animale Sphäre als der vegetativen zugewendet genommen werden muss. Geht man gar darauf ein, dass vielleicht die Muskeln und Gefässe am Verdauungsapparat nachträglich abgesplissen seien von dem animalen Muskelblatt u. s. w., dass das ganze Zwischenblatt seinen Ursprung einheitlich aus dem serösen Blatte genommen habe, und bedenkt man die ursprüngliche Continuität zwischen äusserem und innerem Blatte, dann wird man hier so viel Sekundäres in dem, was von dorsoventraler Symmetrie vorkommt, erkennen, dass man gewiss nicht Lust behält, Vergleiche mit Krystallformen und den Beziehungen ihrer Axen zu machen.

Es ist jedoch immer wichtig zu erkennen, dass in der sogenannten animalen Sphäre eine grosse Neigung zur Herstellung der dorsoventralen bilateralen Symmetrie besteht. Auch jene grosse Differenz aus der Ueberlagerung der Centralorgane des Nervensystems durch obere und der Gefässe durch untere Bogen mildert sich und lässt sich mehr als eine gradweise, nicht absolute Verschiedenheit erkennen, wenn man bedenkt, dass in den Gränzsträngen des sympathischen Nervensystems etwas dem Rückenmarke sehr Vergleichbares unterhalb der Wirbelkörper oder Querfortsätze gegeben ist, wie ja im Rückenmarkskanal auch Gefässe verlaufen. Für letzteres bietet uns Choloepus Hoffmanni, welches uns schon mehrfach schöne Beispiele gab, wieder ein solches. Statt dass bei ihm die sakralen Venenplexus zur unteren Hohlvene gingen, gehen sie zu einem im Rückenmarkskanal verlaufenden ferderkielstarken venösen Sinus, welcher andrerseits unter dem Bogen des dritten Halswirbels anfängt, in der Gegend des Herzens aber durch drei Communikationen aus dem Wirbelkanale ln eine kurze

Digitized by Google

Vena azygos mündet, welche jenes venöse Blut ins Herz bringt. Bei dieser besonderen Einrichtung, welche in der zusammengedrückten Haltung des Bauchs bei dem an den Beinen hängenden Thier den Rückfluss des Blutes unter den Schutz des Wirbelkanals stellt, ist deutlich, statt dass in der Regel hypaxone Gefässstämme, sei es als Azygos und Hemiazygos, sei es als Cava jene Blutmengen des animalen Lebens führen, und in epaxoner Lage sich nur sehr kleine Aestchen für die Rückfuhr zum Herzen finden, als eine epaxone gewaltige Commissur dieser Sinus ausgebildet worden. Man kann also sagen, in der sekundär animalen Sphäre sind im Allgemeinen gewisse Bildungen epaxon, andre hypaxon stärker ausgebildet. Solche stehen in Uebereinstimmung; den grösseren Muskelmassen und den mit der Aussenwelt in Beziehung tretenden Theilen sind die grösseren Nervenmassen näher gelegt, der Entwicklung des vegetativen Apparats entspricht die besondere Lage der Gefässe, welche aus ihm die Nahrung in die animalen Theile führen.

Indem bei den Gliederthieren jene reale Axe, chorda dorsalis, sowie ein auf ihr etwa entwickeltes Skelet und damit die Gliederung in epaxone und hypaxone Theile ganz fehlt, erscheint die etwa bei ihnen vorhandene dorsoventrale Symmetrie noch viel sicherer als etwas Sekundäres, nicht im ersten Anstoss der Entwickelung in den Keimblättern Bedingtes. Sie ist jedoch eher vollkommener, namentlich bei Würmern, wo dorsal und ventral sehr ähnliche Leibesanhänge ausgebildet sind und der vegetative Apparat sich gleichmässiger einfügt. Die Lage der Centralorgane des Nervensystems, ventral, stört allerdings eben so sehr.

Die Entwicklung einer starken bilateralen Symmetrie und einer Aehnlichkeit in dorsoventraler Richtung, welche in der Regel als primär aufgegeben und erst als sekundär wieder hergestellt betrachtet werden kann, verbindet sich demnach sehr allgemein mit bedeutenderer Entfaltung der animalen Sphäre. Durch die gegensätzliche Entwicklung der vegetativen Sphäre wird sie, wie primär vernichtet, so auch in der sekundären Herstellung eher behindert und gestört. Die vegetative Sphäre hat für sich auch eine bilateral symmetrische Entwicklung und kommt in der Darmrohrbildung auch zu einer sekundären dorsoventralen, aber gänzlich bedeutungslosen.

Die symmetrische und doppeltsymmetrische Anordnung bedingt direkt und indirekt die geordnete Synergie, sei es in zusammenfallender, sei es in abwechselnder, ebenmässiger Bewegung, an erster Stelle die wirksamste Einrichtung der aktiven und passiven Bewegungsorgane. Die verschiedene Bedeutung der beiden Arten von Symmetrie für die Richtung der Bewegung erhellt von selbst. Eine sekundär ventrale Muskulatur kann dabei die Stelle einer primär hypaxonen vertreten. Aus diesen Hauptarten und der Metamerenbildung lässt sich alle weitere Gliederung der Muskulatur ableiten.

Neben den beiden bevorzugten, in den Symmetrien zunächst hervor-

Digitized by Google

tretenden Richtungen giebt es noch andere, welche zeigen, dass jene eben unter mehreren möglichen bevorzugt, ausgewählt sind, wie vier sich rechtwinklig schneidende Radien eines Kreises unter unendlich vielen. Auch ergeben am Rumpfwirbel eines Härings die knöchernen Elemente in Bögen, Fortsätzen, Rippen, Gräten eine Theilung der sich anlehnenden Muskelmassen durch fünf Paar Strahlen in acht im Prinzip gleichwerthige Theile neben der Medullarhöhle und der Leibeshöhle.

Man kann also die hemisphenoide und die sphenoide Grundform mit ihren Schnittflächen, welche man in nicht mehr als zwei oder vier gleiche oder gleichartige Stücke zerlegen kann, und welche an den verschiedenen Stellen unter einander verschiedene Gestalt haben können, durch Bevorzugung von zwei oder vier Richtungen und grössere Gleichgültigkeit gegen die Aehnlichkeit der Querschnitte, hervorgegangen denken aus halben oder ganzen Kegeln, Cylindern, Rotationsellipsoiden, welche durch beliebige viele durch die lange Axe gelegte Ebnen in gleiche oder gleichartige Stücke zerlegt werden können.

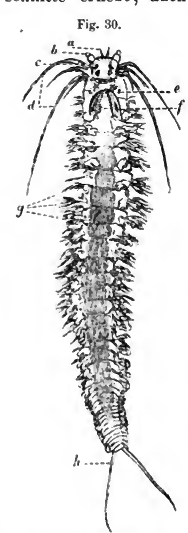
Eine antimerische Zusammensetzung, wie sie in der Symmetrie vertreten ist, wird immer durch sich selbst einige Vergleichbarkeit der Querschnitte und der durch solche gebildeten Abschnitte mit sich bringen. Physiologisch kann man jedoch Folgestücke, Metameren, nur aufstellen, wenn wegen der Vielzahl der Organe Abtheilungen so gemacht werden können, dass sie für Vertheilung und Anordnung der Organisation und damit der physiologischen Arbeit vergleichbar sind und in einem einheitlichen Ganzen wenigstens bis zu einem gewissen Grade die ganze Organisation vertreten. Wenn auch nicht immer schon äusserlich durch Einschnürungen und dergleichen oder andre Verschiedenheit, doch innerlich wird dann durch Differenzen und Unterbrechungen im Bau der Organe die Eintheilung bestimmt. Wenn solche Unterbrechungen sehr, namentlich auch äusserlich, ausgeprägt sind, können Folgestücke, auch wenn sie einzeln von der vollkommenen Repräsentation des Ganzen sehr weit entfernt bleiben, doch auf ihre Individualität behandelt werden. Es kann die Isomorphie durch alle möglichen Mittelstufen zu hochgradiger Polymorphie der Metameren führen.

Ein nach dem Prinzip der Antimeren gebauter Körper kann einer solchen Theilbarkeit nach Metameren ganz entbehren, er kann dieselbe für alle Theile oder doch für einen Theil seiner Organe besitzen, die Theilbarkeit nach Metameren kann für die verschiedenen Organe ungleichzahlig sein und verschiedene Stellen treffen. So gestatten parasitische Rundwürmer, Nematoden, in der Regel gar nicht, selten, z. B. bei Liorhynchus, durch Gliederung der Haut oberflächlich eine Metamerenbildung, eine Auffassung als gegliederte Thiere. Bei Schnecken ist meist nur die Zungenreibeplatte durch Gleichartigkeit von in einer Längsreihe auf einander folgenden ein-

Digitized by Google

zelnen Haken oder von Querreihen aus mehreren solcher Haken oder Platten gegliedert, seltener der Magen, durch aufeinander folgende Paare von Taschen, oder die Haut, durch Bildung sich in der Längsaxe wiederholender Paare oder Querreihen von Kiemen bei Tethis und Aeolis, oder gar die Schale, indem die Chitonen, Käferschnecken, ausser den mehr gleichmässig stehenden zahlreichen Schüppchen oder Stacheln an den Rändern des Rückens, in der Mittellinie acht einander folgende wesentlich gleiche und durch Absätze getrennte Schalenstücke führen. Die gewöhnlichen Anneliden bilden mit Ausnahme der Theile am Kopfe, welcher als Träger des Mundes und seiner Ausrüstung auch hauptsächlich der Sinnesorgane sich über die anderen Abschnitte erhebt, auch deren mehrere verschmolzen enthält, für fast alle Theile gleiche und übereinstimmende Metameren aus, so dass es selbst Fälle giebt, in welchen jedes Segment Augen besitzt, Polyophthalmus, oder doch das Hinterende des Körpers so gut als das vordere, Piscicola. Diejenigen, bei welchen verschiedenartige Körperabschnitte, heteromorphe Gruppen von Segmenten, auftreten, bilden Ausnahmen, am stärksten Chaetopterus; minder die eine thorakale und abdominale Partie verschieden gestaltenden gewöhnlicheren Röhrenwürmer oder auch Heteronereis, welche, vielleicht nur eine digenetische Form zu Nereis, die hinteren Segmente auffällig verschieden zeigt. Geringere Unterschiede an den Metameren bilden sich häufig in ähnlichem Sinne wie die der dorsalen und ventralen Ausrüstung und kombiniren sich mit ihr in interessanter Weise bei den Tubikolen, so dass die dorsale Ausrüstung des Vorderkörpers hinten der Bauchseite zukommt und umgekehrt. Die Blutegel dagegen geben ein Beispiel einer ungleichmässigen Gliederung der Organe. Der medizinische, Iatrobdella medicinalis, hat bei 93—108 Leibesringen, also mit derjenigen Unbestimmtheit, welche grösseren Zahlen eigen zu sein pflegt, und, wegen Unvollständigkeit der Vertretung am Bauche, dorsal und ventral nicht gleich, dreiundzwanzig Nervenknoten, welche allerdings in Verschmelzung von drei vorderen und sieben hinteren aus einunddreissig primären hervorgegangen sind, siebzehn Paare schleifenförmiger Segmentalorgane, nur elf Paar Magentaschen, neun Paar Hoden, fünf Paar Augen, endlich nur ein Paar Eierstöcke.

Fig. 30.



Eine Annelide, Nereis Duvauceli Audouin und Milne Edwards, Spezia: etwa sechsmal vergrössert. a. Mittlere Antennen. b. Seitliche Antennen. c. Augen. d. Vier Paar Mundfühler. e. Paragnathen in Häufchen (vergleiche Verdauungsorgane). f. Kiefer. g. Fussstummel, welche Borsten und Cirren tragen. h. Analcirren.

Auf der Grundlage der Metameren ist in viel höherem Grade als auf

Digitized by Google

der der Antimeren, wenigstens so weit sie uns als solche erscheinen*), eine Vermannigfaltigung der Organisation durch die schon angedeutete Differenzirung immer noch vergleichbarer Stücke möglich und bietet die reichlichsten Beispiele für Befriedigung verschiedener Bedürfnisse durch verschiedene Einrichtungen in complexem Bau. Die Metameren ergänzen sich dann im Zusammenarbeiten ähnlich wie Individuen eines Thierstaates oder Thierstocks und treten selbst als Individualitäten eines bestimmten Grades auf, obwohl die Einheit durch nur einmalige Vertretung einiger Organe, namentlich des Mundes, durch feste Zusammenordnung anderer Organe, auch besonders durch Mangel der Uebereinstimmung in Abtheilung der verschiedenen Organe mehr betont ist. Die gestaltliche Heteronomie der Metameren mit der Verschiedenheit der physiologischen Leistung in bestimmter Zutheilung verbindet sich in der Regel mit Beschränkung in der Zahl für die Metameren und grösserer Festigkeit für dieselbe. Die Verbindung der Differenzirung und Zahlbeschränkung erscheint gegenüber der einfachen Summirung gleich grosser, gleichwerthiger, in grossen und, je grösser, um so weniger bestimmten Zahlen vorhandener Metameren als höhere Organisation. Sie verhält sich ähnlich wie die Differenzirung der ersten Elemente oder die Differenzirung der Organe ohne Rücksicht auf Metamerenbildung. Die Segmente werden wirklich durch die Differenzirung Organe des Ganzen.

Die Einrichtung der Metameren kann ausser einem Ineinandergreifen gleichartiger Thätigkeiten, mögen sie sich im Augenblicke summiren oder abwechseln, so wie das bei wesentlich gleichen Antimeren geschah, und der unabhängigen differenten Arbeit in der Differenzirung auch nützliche Zusammenstellungen verschiedenartiger mit sich bringen. So verwendet ein Insekt die verschiedenen Gliedmassen der zum Kopfe verbundenen Segmente in Verbindung theils zum Untersuchen, theils zu ineinandergreifenden Bewältigungsarbeiten gegenüber der Nahrung, zu deren Erreichung, neben anderen Leistungen, ihm vielleicht die drei Fusspaare des Thorax auch wieder differenzirt, als Grabfüsse, gewöhnliche Lauffüsse oder Tragfüsse, und Springfüsse dienen.

Der Vergleich der Metameren eines Thieres in Combination mit dem Vergleich der verwandten Thiere unter einander, diesen erläuternd und erweiternd, hat die Glanzpunkte der Zoologie gegeben in der Gliedmassentheorie für Mundwerkzeuge und Beine der Arthropoden: Insekten, Tausendfüsse, Spinnen, Krebse, und in der Wirbeltheorie der Wirbelthiere mit Ausdehnung auf den Schädel**). Man darf nur hier nicht, neueren

*) Für die Differenzirung einer primären dorsalen gegen eine primäre ventrale Zelllage in der Keimhaut, welche allerdings die allergrösste Bedeutung für die Arbeitstheilung hat, verweisen wir auf das früher Gesagte.

**) Nachdem Herr Dr. Vetter entgegengesetzter Ansicht, es hervorgehoben hat, dass ich in meinen Vorlesungen die Wirbeltheorie des Schädels als einen Glanz-

Digitized by Google

Einwendungen folgend, die Hauptsache um der Nebensachen willen bei Seite setzen. Metameren mit starker Heteronomie zeigen eben die höhern Gliederthiere und die Wirbelthiere, jene zum Theil die in der Embryonalanlage deutlichste Homonomie noch in hohem Grade zunächst im freien Larvenleben beibehaltend, erst später aufgebend bei Uebernahme der neuen, stark bestimmenden Leistungen des Geschlechtslebens, durch welche Zusammengehörigkeit homonomer und heteronomer Formen das ganze Verständniss dieser Verhältnisse sehr erleichtert worden ist.

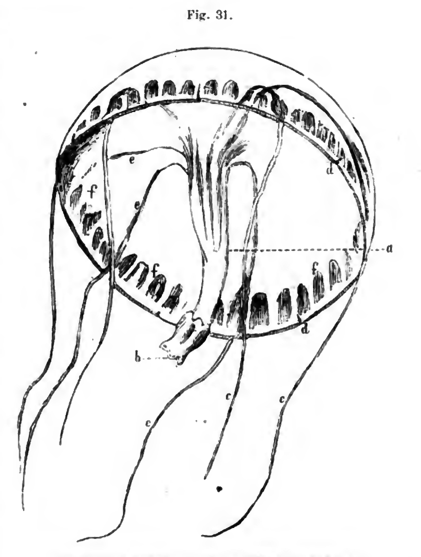
Wenn in zahlreichen Fällen die Bildung von Antimeren sich mit der von Metameren zu in sich gegliederten symmetrischen und bis zu einem gewissen Grade doppelt symmetrischen Thieren verbindet, so nimmt doch, wenn Metamerenbildung nicht oder nur undeutlich, nicht tief eingreifend, vorhanden ist, die dann etwa vorhandene Antimerenbildung eine hervorragendere Stelle ein und kann dabei, was bei jenen nur angedeutet wurde, in grössern Zahlen auftreten. Aus solchen Formen ist von Cuvier der Typus der Radiaires, Radiata, gebildet worden und Blainville und Bronn haben in dem Namen Actinozoaria und Actinozoa der strahlenförmigen Anordnung Ausdruck gegeben. Diejenigen, welche der Eintheilung des Thierreichs nach den Klassen übergeordneten Typen anhängen, fahren fort unter diesen Benennungen Polypen und Quallen einerseits, und Stachelhäuter, Echinodermen, andrerseits, zusammenzuhalten. Schon Bronn hat nicht

punkt bezeichne, wiederhole ich das ausdrücklich hier und freue mich des Zeugnisses dafür, dass ich das festhielt, als es nach Huxley's Mittheilungen über die Urwirbel Einigen nützlich schien, die Schädelwirbeltheorie wegzuwerfen und sie ausser Mode kam. Das, was sich Göthe und Oken am Schafschädel auf dem Lido und am Hirschschädel im Harze aufdrängte, kommt nicht allein Jedem wieder, der einen embryonalen Säugerschädel sieht, sondern besteht die Probe. Die Urwirbel, indem sie Theilungen der Masse um die chorda darstellen, repräsentiren gar nicht die Wirbel, sondern vielmehr die Gliederung der andern sich auf die Wirbel beziehenden Theile; ihre Gränzen fallen auf die Wirbel, nicht zwischen die Wirbel; ihr Fehlen am Schädel kann die Vergleichbarkeit mit Wirbeln diesem nicht nehmen. Auch Gegenbaur hat sich neuerdings in dieser Beziehung wesentlich anders ausgedrückt als früher. Zum Einzelnen will ich hier nur bemerken, dass die Gürtelapparate des Schädels, indem sie sich ähnlich an eine aufgebogene Axe anlehnen wie ventrale Bogen am Schwanzende, Zahlen haben können, welche in der Axe selbst wenigstens nicht real in Wirbelkörpern zum Ausdruck zu kommen brauchen, so dass die Zahl der Gürtel nicht die der Körper nothwendig bestimmt. Auch ist das, was hinten am Bauche geschehen kann, am Schädel möglich, nämlich, dass mehrere einander umschliessende ventrale Bogen auf einen Körper kommen, ferner, dass Fortsetzungen der Körper selbst wie untere Dornen erscheinen. Ich rechne die Körper mit dem zugleich die oberen Seitenstücke repräsentirenden Siebbeine, die untern Bögen mit den Nasenbeinen abschliessend. Will man den Vomer für einen Wirbelkörper rechnen, so ist er doch ein so umgewandelter, dass er die Eigenschaften eines solchen ebensowenig wie die Lage hat. Wir kommen später auf diesen Punkt zurück.

Digitized by Google

verkannt, dass solche Radiaten aus ihrer „Ooidgrundform“ häufig zum „Hemisphenoid“ hinneigen, und er hätte hinzusetzen können zum Sphenoid, das heisst, dass sie symmetrisch werden in Bevorzugung gewisser Seiten und ebenfalls eine Längsaxe bevorzugt ausbilden können, welche dazu auch der queren Gliederung fähig ist.

Fig. 31.



Geryonia (Leuckartia) umbella Häckel, aus Nizza; natürliche Grösse.
a. Magenstiel. b. Mund. c. Fangfäden. d. Interradiäre kleine Fäden. e. Radiäre Gefässe. f. Centripetale Gefässe.

Wenn wir aus dieser Gruppe etwa eine Qualle als Beispiel nehmen, und zwar eine solche, bei welcher vier Regionen, wie das sehr gewöhnlich ist, mit Hauptgefässen, Geschlechts-Einrichtungen u. s. w. bedacht sind, oder für grössere Zahlen doch die Vierzahl bestimmend ist, so entspricht eine solche einem Abschnitt, einer Metamere eines Thieres mit dorsoventraler und bilateraler Symmetrie in der Ausführung, dass alle vier Richtungen gleich behandelt sind. Der einzige Gegensatz ist also nur der Mangel der Metamerenbildung. Im Vergleich mit der einzelnen Metamere haben wir nur einen Spezialfall. Indem wir bei Fischwirbeln die Möglichkeit der Ausbildung von Fortsätzen in mehr Richtungen haben, so dass untere Bögen, Querfortsätze und Rippenträger von verschiedenen Stellen aus angelegt werden können, vertritt auch, wenn wir bei Polypen und Quallen eine grössere Zahl, sechs bestimmende Entwicklungsrichtungen oder in der Ausführung Multipla der Vierzahl oder Sechszahl finden, dieses kein neues Prinzip. Für die Betonung des Radiären in dem Bau solcher Thiere ist wohl sehr entscheidend gewesen, dass bei den Echinodermen die gleich entwickelten Richtungen und die Antimeren fast immer in der ungraden Fünfzahl stehn, welche allerdings noch symmetrisch zu theilen reichlich versucht wurde.

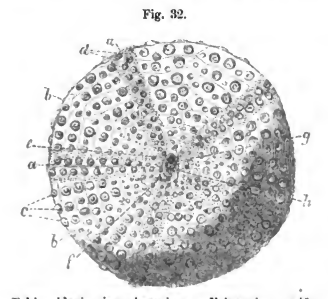
In einzelnen Fällen tritt bei solchen radiären Thieren die Längsachse ausserordentlich zurück, sie wird sehr kurz. Sie kann auch ohne das jeder

Digitized by Google

Spur von Metamerenbildung entbehren. Denkt man sich aber z. B. bei einem regulären Seeigel eine Linie vom Munde zum After am Scheitel als Längsachse, so kann man die animale Sphäre durch eine Anzahl von Flächen senkrecht auf diese Achse mehr oder weniger gut in Scheiben theilen, welche wesentlich gleichwerthig an Platten, Füsschen, diese speisenden Ampullen, Abschnitten von Nerven und Gefässen sind und ebenso gut als Metameren behandelt werden können wie die Stücke der Wirbelthiere und Gliederthiere. Nur ist uns eine solche Theilung nicht so nahe gelegt.

Häckel hat dieser Vergleichbarkeit zwischen Echinodermen und deutlicher metamerischen Thieren und zugleich der Symmetrie jeder Antimere der Echinodermen wieder in sich, endlich auch der Art des Wachsthums dieser Antimeren, einen sehr starken Ausdruck gegeben, indem er ein einzelnes Echinoderm als eine Colonie von Würmern bezeichnete, jedes Antimer der Echinodermen also einem ganzen gegliederten Wurme gleichstellte. In der Hauptsache muss man das so verstehn, dass auch dem aktinozoischen Prinzip das metamerische sich verbinde, aber man darf darum die Weise, wie die Individualität auftritt, nicht ganz bei Seite setzen. Auch zeigen die Nähte der Ambulakren und Interambulakren, indem sie nach rechts und links zackig greifen, und die Stellungen der Stachelhöcker, dass die Radien in sich gar nicht genau bilateral symmetrisch sind.

Fig. 32.



Echinocidaris nigra Agassiz aus Valparaiso; natürliche Grösse; die Schale ist der Oberhaut und der Stacheln beraubt und zeigt sich vom Rücken.
a. Ambulakrale Felder. b. Interambulakrale Felder. c. Höcker, auf welchen Stacheln gesessen haben. d. Ambulakrale Porendoppelreihen für die Wassergefässästchen zu den Füsschen. e. Madreporenplatte mit vorliegendem Genitalporus, die Reihe der interambulakralen Platten gegen den Afterhof abschliessend. f. Eine der gewöhnlichen Genitalplatten mit Porus. g. Afterhof. h. Eine der fünf Ozellarplatten, welche die Reihe der ambulakralen Platten gegen den Afterhof abschliessen.

Auch in andern Fällen lassen Aktinozoa die metamerische Gliederung erkennen. Wenn im Wachsthum der Polypen neue Tentakelkronen entstehn, charakterisirt sich das als eine Bildung wesentlich gleichartiger Folgestücke, indem es vermittelt wird durch die Gliederung einer Quallenamme, Strobila*), in mit Tentakelkronen versehene Stücke, deren Gleichwerthigkeit deutlicher, deren Eigenschaft als Metameren aber weniger bestimmt ist, weil sie in Auflösung des Zusammenhanges eine Fortpflanzungsweise bezeichnen, während bei den eigentlichen Polypen die neuen Tentakelreihen Organe bleiben.

---

*) Siehe Fig. 45 im zweiten Theil des Buches.

Digitized by Google

Zu ähnlichen Betrachtungen giebt die Wiederholung der Wimperplättchen auf den Meridianen der Rippenquallen Anlass*).

Auch die Bevorzugung der Entwicklung nach zwei Richtungen, welche aus dem aktinozoischen Prinzip das symmetrische entstehen lässt, tritt sehr stark bei gewissen Rippenquallen, namentlich dem Venusgürtel, geringer bei einigen Schirmquallen auf.

Der aktinozoische Bau ist demnach in keinem prinzipiellen Gegensatz mit dem symmetrischen oder dem metamerischen und geht im Thierreich in jenen über, wie er sich mit diesem zu verbinden vermag. Durch eine stärkere Betonung desselben sind gewisse Thierformen von auch sonst besonderen Eigenschaften ausgezeichnet, aber er beschränkt sich weder auf diese, noch kommt er in ihnen mit Ausschluss des anderen Prinzips zur Geltung.

Die Anordnung thierischer Körper nach der Folge oder der Nebeneinanderlegung gleichwerthiger Stücke, zunächst trennbar nur in der Auffassung, zeigt generell und speziell eine so grosse Mannigfaltigkeit unter sonst gleichartigen Verhältnissen, dass die Verbindung an sich und die Zahl der verbundenen Glieder einen weniger wesentlichen Charakter bildet als die Gestaltung des einzelnen Gliedes oder Theiles, in dem Sinne, wie man sie mit Organisation bezeichnet. Wir finden Eintreten der Gliederung und Veränderung oder Verschiedenheit in Zahl der Glieder häufig ohne einen weitgreifenden Einfluss auf die Organisation, sowohl in der Entwicklung des Einzelnen, sei es im anfänglichen und verborgenen, in den Funktionen einfacheren, embryonalen Leben, sei es noch fortdauernd in der freien Existenz, zum Beispiel mancher Anneliden, welche vielleicht ihr ganzes Leben lang die Zahl ihrer Leibesringe vermehren, als im Vergleiche der neben einander Stehenden. Das trifft wie Metameren, so auch Antimeren, bei welchen es uns mehr auffällt, wenn deren Zahl z. B. bei Seesternen sogar innerhalb der Art schwankt, welche aber auch nach einander entstehen können, bei Echinodermen überhaupt, oder sich in sich theilen und so eine weitere Gliederung bilden können, bei Quallen.

Diese Zahlenungleichheiten und Vermehrungen, möglicher Weise vom Einfachen an, zwingen uns, die Abschnitte für sich zu betrachten und sie, auch wo sie niemals sich aus der einmal hergestellten Verbindung zu selbstständigem Leben auslösen können, doch in gewissen Beziehungen für sich zu stellen. Wenn Vermehrung der Segmentzahl und Gliederung des ursprünglich Einfachen, mit Rücksicht darauf, dass eine Auflösung des Zusammenhangs nicht geschieht, als Wachsthum auftritt, so ist sie von diesem Standpunkt aus Fortpflanzung.

Eine Reihe von Fällen mag illustriren, wie sehr vermittelt in dieser

*) Siehe Fig. 49.

Digitized by Google

Beziehung Bildung von Theilstücken an einheitlichen Individuen, Bildung von Thierstöcken und verschiedne Weisen von Vermehrung dastehn.

1. Aus der gegebnen Masse eines Wirbelthierdotters bildet sich eine Zelllage oder Keimhaut und in dieser kommt ein symmetrischer Streifen, der sogenannte Primitivstreifen, zu hervorragender Ausbildung. In diesen legt sich die Zellenreihe der chorda an und, nachdem die Embryonalanlage bis dahin einheitlich war, gliedert sie sich von der Mitte anfangend gegen die Enden hin in der Achse zu den sogenannten Urwirbeln. Es beherrscht diese Gliederung mit Metamerenbildung und doppelter Symmetrie weiter die Peripherie des animalen Blattes. Das Bildungsmaterial des Eis wird verbraucht und die gebildeten gleichwerthigen Theile bleiben zeitlebens im Wesentlichen in gleicher Weise gegliedert verbunden. Die Nothwendigkeit des Verbandes zu einer Person ist das Herrschende. Höchstens in einer Verschleppung der embryonalen Entwicklung in das weitere Leben erscheinen normal noch Vervollständigungen der Gliederung am Hinterende. Nach Verlusten können die Neubildungen, wenn auch mit weniger vollständiger Gliederung, energischer auftreten, im Schwanze der Eidechsen und Salamander.

2. Aus dem Dotter eines Polypen entwickelt sich ein Haufen von Wimperzellen, ein wimpernder Embryo, eine Planula. Nach kurzem Schwimmen setzt dieser sich fest, bildet sich in einen kleinen Polypen um, die Antimerenbildung in den Tentakeln und Kammerscheidewänden, den septa, pali und costae der Kalkablagerungen vertretend, sammelt neues Bildungsmaterial, häuft solches in seinem Körper über dessen Nothdurft hinaus in Wachsthum an und bildet aus der so gewonnenen Masse Theilstücke in Form von Knospen aus, welche, erst nur Haufen indifferenzirter Ektoderm- und Endodermzellen, allmählich zur Polypenform heranreifen und wie die Theile im ersten Beispiele zeitlebens im Verbande bleiben. Es lässt sich jedoch nur in Ausnahmsfällen im Stockaufbau etwas der lineären Anordnung der Metameren Entsprechendes finden; die Nothwendigkeit des Verbandes ist nicht so gross, dass nicht ein Stück weggenommen werden und eins das andre überleben könnte; jedes erhält seinen Mund oder sichert doch sonst sein individuelles Hervortreten; die Zahlenvermehrung geht voran; die Erreichung gewisser Zahlen ist weder Bedürfniss noch Abschluss.

3. Bei Hydra lösen sich auf eben solche Weise wie bei gewöhnlichen Polypen gebildete Knospen von dem Stammthiere, der Amme, auf welchem sie entstanden sind, ab, wenn sie für ein eignes Leben hinreichend ausgestattet sind, manchmal erst, nachdem sie an sich selbst wieder Knospen haben entstehen lassen. Die den Stock zusammensetzenden Individuen werden reale Personen, selbstständige Bionten.

4. Aus dem Ei einer akraspeden Meduse entwickelt sich ein dem jungen Polypen ähnliches Wesen, ein Scyphistoma, es gliedert sich in der

Digitized by Google

Längsachse und bildet ein Tannenzapfen ähnliches Wesen, eine Strobila. Von diesem lösen sich nacheinander Scheiben ab, Ephyren, und vollenden nachher ihren Bau zu Quallen.

5. Bei den meisten Echinodermen entwickelt sich aus dem Ei eine pelagisch schwimmende symmetrische Larve mit Mund und After. In der Umgegend der Magenwand dieser Larve entsteht in der animalen Schicht ausknospend, erst ein Antimer des spätern Lebens und es folgen die übrigen nach einander. Die peripherischen, symmetrischen Theile der Larve fallen ab und der Rest wird durch die Gemeinschaft jener Antimeren umwachsen. Die Gestalt der Person wird, durch die Vertauschung der ersten animalen Schicht gegen eine zweite, aus der symmetrischen radiär; man muss die Person in der einzelnen Antimere ebenso bestimmt vertreten erachten als später in der letztere vollständig unterordnenden Zusammenstellung, in welcher es bald nicht mehr möglich ist, den einzelnen Abschnitt nach seiner Entwicklung als den jüngeren oder älteren zu unterscheiden. In gewissen Fällen, bei Seesternen, Schlangensternen ist ein Nachwachsen conformer Antimeren auch in späterem Alter noch möglich.

6. Der Embryo eines Blasenbandwurms entwickelt sich zu einer Blase, auf deren Wand sich eine oder mehrere Knospen erheben und zu Bandwurmköpfen ausbilden, wobei die antimerische Entwicklung durch eine Anzahl Saugnäpfe und, mit andern Zahlen, durch zu Kränzen geordnete Haken vertreten ist. Der Theil zwischen den Köpfen und der Blase, der Hals, wächst und gliedert sich nach Ablösung von der Blase oder schon im Zusammenhange mit derselben metamerisch, ähnlich der Strobila der akraspeden Quallen. Die so entstandenen Glieder, Proglottiden, bald äusserst sparsam, bald sehr zahlreich, die Geschlechtsorgane zwittrig und zuweilen, bei Taenia cucumerina, sogar doppeltzwittrig in sich ausbildend, lösen sich bei der Taenia proglottidea des Huhns ganz bald vom Stamme ab, meist aber erst, nachdem das Geschlechtsleben bis zur Fertigstellung der Eier gediehen und sie selbst so ziemlich dazu heruntergesunken sind, nur noch Kapseln für die in Schalen eingeschlossenen sechshakigen Embryonen zu bilden. Wachsthum und Vermehrung werden, wie durch den ganzen Vorgang, so innerhalb der hierher gehörigen Fälle durch die Ungleichheit der Personalbedeutung der Proglottiden in auffälliger Weise vermittelt.

7. Aus dem Ei einer geschlechtlich entwickelten Kettensalpe geht eine geschlechtslose Salpe, eine Amme, hervor. Der sogenannte Keimstock dieser gliedert sich zu einer Kette neben einander geordneter Stücke, welche wieder Geschlechtssalpen werden. Partieenweise lösen sich diese vom Stammthiere und von einander, endlich bis zur Vereinzelung, und zuletzt bilden die einzelnen nur noch eine schlaffe lebensarme Umhüllung der aus ihrem einzigen Ei hervorgehenden, embryonalen neuen Amme. Diese kann man als einen in der Entwicklung vorauseilenden, übereilt abgeschlossenen, deshalb

Digitized by Google

geschlechtlich unfähigen Abschnitt der an ihr sich später gliedernden Kette, des ihr als Organ zugetheilten Keimstocks betrachten. Dann wäre ein Theilstück zunächst als ein Thier für sich erschienen, die anderen hätten sich nachgebildet; durch die individuelle Organisation und das Ablösen erschienen letztere als selbstständige Personen, das Ganze wäre ein Stock, eine Vereinigung, später eine Generationsfolge verschiedener Organisationen. Gäbe es Salpen in geschlossenen Ringen, andere in wirklich lineärer Folge, so würde man jene Anordnung als antimerische dieser als metamerischer entgegensetzen können. Es scheint aber richtiger in der Salpenkette immer eine Spirale zu sehn, welche bei Salpa pinnata ganz kurz gewunden die abgebrochnen Stücke kreisförmig geordnet erscheinen lässt, während sie in der Regel sehr lang gezogen eine wechselnde Anordnung der Individuen nach rechts und links giebt.

8. Aus dem Ei einer Annelide, z. B. einer Syllis, entwickelt sich eine Wurmlarve mit sparsamer Gliederung. Der Wurm vermehrt seine Gliederzahl und zwar von einer gewissen Zeit ab wesentlich partieenweise vor dem letzten Glied und unter jedesmaliger Ausbildung des vordersten Stückes eines Gliederschubes zum Kopfsegment. Dann werden solche Partieen abgestossen, das Abgestossene und der Stammrest, jedes gegliedert, sind beide für sich lebensfähig; meist wird nur jenes geschlechtsthätig und entwickelt eine entsprechende besondere, höhere Organisation. Keins von Beiden kann sich in die einzelnen Abschnitte auflösen; im Vergleich zur Salpe und zum Bandwurm ist also bei der Annelide ein Zusammenbleiben einer Anzahl von Theilstücken nöthig; die vom Thierstocke abgelöste Person ist immer noch gegliedert.

Aus den gewählten Fällen ersehen wir, wie Theilstücke in der Bedeutung als ideale, fakultative, reale Bionten hin- und hergeschoben werden, wie ihre Bildung bald etwas Primäres, bald etwas Sekundäres ist; wie sie bald im Ei erreicht und abgeschlossen wird, so früh als irgend ein anderer Theil der Organisation, bald für das freie Leben fortdauert, oder gar erst in diesem eintritt; wie bei derselben bald in sich gegliederte Personen zu einheitlichem Leben kommen, bald das einzelne Stück früher oder später selbstständig wird; wie der Leibesabschnitt theils gänzlich untergeordnet ist der Einheitlichkeit des Ganzen, theils der Freiheit geniesst für die Zahlen, theils für die Möglichkeit der Ablösung und das in verschiedenster Weise; wie sich diese Auflösung mit der Vereinigung ausser in den morphischen, so auch in den physiologischen Gegensatz der Leistungen, Generationswechsel, setzen kann.

Wir sehen ferner, dass die Anordnung der verschiedenwerthigen Theilstücke in Metameren und Antimeren zwar sehr gewöhnlich ist und förderliche Verhältnisse für die Arbeit darstellt, letzteres namentlich die der Antimeren nach der Symmetrie, in beschränkten Zahlen und mit über-

Digitized by Google

wiegender Entwicklung der Längsachse, für die Ortsbewegung. Es kann aber auch eine unregelmässige oder doch nicht einfach oder nicht klar nach der Sonderung des Prinzips der Antimeren und Metameren hergestellte Anordnung der Theilstücke vorkommen, bei Salpen, wie oben geschildert, bei Seefedern*), bei welchen die Gliederung der Nebenzweige durch die Polypen sehr deutlich, die des Hauptstammes nur ideal gegeben ist und in mannigfaltigen Modifikationen für Korallen, Siphonophoren, Bryozoen. Der Haupteffekt solcher weniger regelmässiger Zusammenordnung ist in der Ernährung zu suchen; sie geht über in die Anordnung zusammengesetzter Schwämme, bei welcher die Gränzen der Theilstücke sich mehr und mehr verwischen. Die Unregelmässigkeit der Anordnung der Theilstücke an sich macht auch hier mehr geneigt, die Theile als Individuen zu betrachten, obwohl eine scharfe Auslösung nicht angeht, weil für das Ganze die Analogie der einheitlich beherrschten, regelmässig gegliederten Thiere fortfällt. Es gesellt sich aber unregelmässiger Anordnung Verbundener am häufigsten die mehrfache Vertretung der Mundöffnung schon während der Verbindung und verstärkt die Neigung zur Unterscheidung der einzelnen Theile als von Individuen.

Nach allem diesem sollte der Gliederung von Thieren an sich, insofern sie keine klar abgeschlossene Eigenschaft ist, vielmehr mit der Vervielfältigung, wie diese sich aus dem Wachsthum entwickelt, vielfach verbunden, auch in der Ausführung bei sonst sehr Aehnlichen sehr ungleich ist bis zur Unvollkommenheit, und in diesem Falle ohne Werth für die Differenzirung, auch die Besonderheit ihrer vorzüglichsten Modifikationen sekundär ist, endlich sie in den einzelnen Organen ungleichzahlig und ungleichgradig erscheinen kann, für die Eintheilung der Thiere, d. h. als eines Mittels dieselben zu beschreiben, keine so eminente Bedeutung beigelegt werden als der Organisation der etwaigen Theilstücke oder des Ganzen und die Bildung von Typen daraufhin über den Klassen hat keinen grossen Werth. Das wird allerdings anders für die Anordnung an zweiter Stelle, weil die Organisation auf der im Einfachen gegebenen Grundlage eben durch die Gliederung der Erhebung besonders fähig wird, theils bei Gleichheit der Theilstücke durch das Zusammenarbeiten und den Wechsel in der Bewegung, theils weil die Gliederung neue Mittel zur Differenzirung bietet, und so die Bildung und Gestaltung der Theilstücke zahlreiche und wirksame Anhaltspunkte für die Beschreibung liefert.

*) Siehe Fig. 48 im zweiten Theile des Buches.

Digitized by Google

Drittes Buch.

Eintheilung und Abgränzung des Thierreichs.

Die Lehre von der Art.

Zeit vor Darwin.

Bevor wir untersuchen, welche Aehnlichkeiten für die verschiedenen Thiergestalten in Anwesenheit und Beschaffenheit der Organe gewisser Leistungsfähigkeit oder in Anordnung der Theile sich finden, müssen wir prüfen, ob es für die Eigenschaften eine solche Beständigkeit giebt, dass man auf die Gemeinschaft derselben für eine Gruppe Zusammenlebender und Aufeinanderfolgender Vergleiche von dauerndem Werthe bilden kann. Wir müssen mit andern Worten vor der Systematik auf Grundlage der Art die Frage von der Art und Artbeständigkeit besprechen.

Wenn wir diesen Stoff in „Zeit vor Darwin" und „Darwin und unsere Zeit" eintheilten, so sollte das nicht hindern, dass einiges nach 1858 Geschehene in die erste Periode aufgenommen würde, wenn es mit der Darwin'schen Periode nicht in innigerem Zusammenhang stand als mit dem vorher zu Besprechenden. Das neue Prinzip soll die Eintheilung mehr beherrschen als die Jahreszahl.

Es ist um so nothwendiger, die Frage von der Artbeständigkeit in ihren letzten Grundlagen zu untersuchen, als sie, zum Theil in Verknüpfung mit nicht nothwendig in die Betrachtung Gehörigem, der Angelpunkt einer sehr lebhaften wissenschaftlichen Debatte geworden ist, wobei die besondere Natur der Verhältnisse es begünstigt, dass die Behandlung einen dogmatischen Charakter annehme.

Als wir über die Vorgänge sprachen, aus welchen sich der Begriff Leben zusammensetze, haben wir für die Ernährung begehrt, dass sie zur Erhaltung des Bestehenden Geeignetes beschaffe, und für die Fortpflanzung die Uebertragung gleicher Eigenschaften von den Eltern auf die Nachkommen. Wir betonten, dass der Begriff Leben aus einer grossen Zahl

Digitized by Google

von Erfahrungen hergestellt worden ist, welche ihn einzeln nicht nothwendig ganz enthalten. So ist es auch für jene Postulate. Statt der Erhaltung im gleichen Stande kann Massenzunahme und kann Rückschritt stattfinden. Veränderung in den Qualitäten, im Wechsel des Ausgebens und Empfangens ist eine viel bezeichnendere Eigenschaft des Lebenden als das sich gleich Bleiben. Bei genauer Betrachtung findet sich von Letzterem nur ein oberflächlicher Schein, es ist höchstens annähernd vorhanden. Auch lassen wir uns trotz jenes Postulats im Einzelfalle für den Begriff des Lebens nicht einmal durch die auffälligen Metamorphosen des Lebenden stören.

Wie das Einzelleben Wechselzustände bietet, so sehen wir uns auch gezwungen, für das zweite Postulat uns dem anzupassen, dass bei der Vererbung ganz bestimmte Wechselverhältnisse stattfinden. Alles das wird durch eine abstrakte Identität zusammengehalten. Wir sahen vor der Hand das sich im Wachsthum Wandelnde, das in Pleomorphismus Verschiedene, das im Generationswechsel sich Scheidende an, als kehre es immer wieder zum alten Bilde zurück oder sei ein integrirender Theil eines bestimmten Bildes.

Demnach, wenn man überhaupt ausspricht, dass Thiere ihre körperliche Erscheinung und ihre anderen Leistungen bewahren und vererben, werden dabei die Einschränkungen angewandt, welche aus der Nothwendigkeit erwachsen, für den Vollbegriff, je nachdem, verschiedene einander Folgende und neben einander Stehende zusammenzunehmen und doch alles in ihm Enthaltene, wenn auch zum Theil latent, im Einzelnen enthalten zu erachten. Wir sehen die Identität in der Vererbung ebensowenig dadurch gestört an, dass von einem weiblichen Thier ein männliches oder dass von einer Fliege eine Made geboren wird, als dadurch, dass die Salpa africana zuerst die Salpa maxima und dass ein Hydroidpolyp eine kraspedote Meduse liefert.

Nehmen wir die Identität mit dieser Beschränkung, so ergiebt sie sich für eine Anzahl nebeneinander Lebender und aus einander Hervorgegangener, welche wirklich Glieder einer Familie sind und das wäre das Gesetz der Vererbung. Es giebt weiter grosse Mengen von Thieren, welche einander so ähnlich sehen, dass wir nach den Erfahrungen über die Uebereinstimmung und den möglichen Grad von Verschiedenheit von einander Abstammender für sie keinen Einwand gegen die Annahme einer wirklichen Familienverwandtschaft haben würden. Untersuchen wir die Aehnlichkeiten der nachweislich genetisch Verbundenen und der einander in ebenso hohem Grade Gleichenden genau, so ergiebt sich, ganz abgesehen von dem Postulate etwaiger Ergänzung, dass in keinerlei Fall eine Identität zweier Individuen vorliegt. Wie man zu sagen pflegt, ähnlich wie ein Ei dem andern, so könnte man grade die Eier als Beispiele beständiger Verschiedenheit benutzen. Jede Eigenschaft, welche man an solchen Verwandten oder an Aehnlichen prüft, findet man veränderlich. Nur, indem wir einmal die Be-

Digitized by Google

schreibungen unvollständig und ungenau machen, dann durch Einsetzen von Mittelgliedern eine Continuität zwischen dem Ungleichen herstellen, vermögen wir, den Differenzen die Schärfe zu nehmen, eine Abstraktion, unter welche wir eine Menge ähnlich Gestalteter unterbringen, zu bilden und diese im Einzelnen repräsentirt zu denken.

Der auf diese Weise hergestellte Artbegriff verhält sich zu den Individuen, welche man ihm unterstellt, wie ein Bild in bequemer Sehweite zu einem in zu grossem Abstande, dessen Punkte Zerstreuungskreise bilden. So fallen die einzelnen Eigenschaften der Individuen in Kreise, welche wir als Punkte vorstellen, und so decken wir alle die Summen nicht genau gleicher Eigenschaften mit einem Ausdruck.

Die Zusammenfassung der im Allgemeinen ähnlichen Individuen, oder wie man meinte, der gleichen, da man überall über kleine Abweichungen hatte wegsehn müssen, mit Collektivbegriffen ist ein so dringendes Bedürfniss, dass wir annehmen dürfen, sie sei ziemlich so alt als die Sprache. Ueber das Nächste hinaus haben die Laien von Alters her Klassifikationen gemacht, welche, meist auf Oberflächliches oder Einseitiges begründet, mit dem, was später wissenschaftliche Forschung begehrte, wenig gemein hatten. So bildete der Volksmund englisch crayfish, starfish, cuttlefish, shellfish, deutsch Buttervogel und Sommervöglein; ebenso auf die dem Laien zuerst imponirenden äusseren Lebensbedingungen noch Plinius seine Terrestria, Volatilia, Aquatilia, welche dann anderthalb Jahrtausende aushielten; so behauptete die auf eine sehr äusserliche Eigenschaft begründete Klasse der Quadrupedia zweitausend Jahre ihre Stelle.

Man hat angenommen, die untersten der jetzt geläufigen Eintheilungsbegriffe, Art und Gattung, lägen in dem *εἶδος* und dem *γένος* des Aristoteles. Bei diesem bedeutet jedoch *γένος* einmal ein Reich im Sinne jetziger Eintheilung, das der Pflanzen; ein anderes Mal eine Klasse, die der Vierfüsser; im dritten Falle eine Ordnung, Familie oder Gattung, je nachdem man die Einhufer annehmen will; an vierter Stelle die Art, indem Pferde einer Seits und Esel andrerseits *ὁμογενῆ* heissen; an fünfter endlich die geringste Unterabtheilung, die Sorte, bei den Badeschwämmen. In der Regel ist *γένος* bei Aristoteles eine weiter nicht bestimmte Zusammenfassung und der Autor ordnet selbst die des einen Falls der des andern unter. Ebenso bezeichnet *εἶδος* nicht nur die Art, sondern auch Uebergeordnetes, Gattung, Familie, Ordnung im Sinne heutiger Zoologie. Meist zwar findet man *εἶδος* als den untergeordneten, *γένος* als den übergeordneten Begriff; jenes bezeichnet mehr das Reale, die Repräsentation, dieses das Abstrakte; es kann jedoch ein *γένος* innerhalb eines *εἶδος* erscheinen. Ohnehin geschehen bei Aristoteles die Zusammenstellungen nach allen Richtungen auf ein gerade betrachtetes Merkmal, so *τετράποδα*, *μώνυχα*, *διχαλά*, *κερατόφορα*. Sie bildeten deshalb kein regelmässiges System und man kann sich

Digitized by Google

bei Aristoteles kaum nach Titeln für Klassifikation umsehn. Wo es aber bei ihm Klassifikation giebt und Titel dafür auftreten sollten, da ist *γένος* die Abtheilung überhaupt, deren Werth erst vom Beiwort abhängt. So sagt Aristoteles, dass man im Stande sei, unter den Blutthieren, den *ἔναιμα, γένη μέγιστα*, Hauptabtheilungen, Klassen von heute zu bilden; dass es angehe, Vögel, Fische und Wale in diesem Sinne zu betrachten; dass dagegen die Vierfüsser nicht eine so grosse Gemeinsamkeit der Eigenschaften besitzen, dass man sie zu einem *γένος μέγιστον* verbinden könne. In diesen ständen vielmehr unbenannte Gruppen für sich, wie Mensch, Lebendgebärende, Eierleger, innerhalb welcher wieder noch kleinere Abtheilungen, z. B. Schweifträger, *λόφουρα*, zusammengefasst werden. Die *γένη μέγιστα* der *ἄναιμα* sind Schalthiere, Weichschaler, Weichthiere, Kerbthiere.

Wie der jonische Philosoph Anaximander Fische, Reptile, Säuger als Vorgänger des Menschen ansah, so ist auch bei Aristoteles eine philosophische Behandlung der thierischen Eigenschaften deutlich, als sei das Eine aus dem Andern hervorgegangen, genetisch mit ihm verbunden. Aristoteles sagt, dass bei Thieren eine Veränderung an einem kleinen Organe augenblicklich grosse in der ganzen Körperbeschaffenheit mit sich bringe; dass zum Beispiel Verschnittene in die weibliche Natur umschlagen, dass die Geschlechtsbildung auf der Grössenentwicklung eines ursprünglich winzigen Theilchens beruhe; dass ebenso ein Thier fusstragend oder Wasserthier werde durch Wandlung in kleinen Theilen, *ἐν μικροῖς μορίοις γινομένης τῆς μεταβολῆς*. Sah man doch fortwährend Thiere in der Entwicklung zu ihren Eigenschaften kommen und erkannte das Gemeinsame im Verschiedenen. Es ist hier nicht mehr als etwa zweitausend Jahre später bei Goethe die philosophische Auffassung der Aehnlichkeiten zum Dogma einer Lehre realer Descendenz geworden. Viel mehr hängt, wenn Aristoteles von *περιγραφαῖ*, Vorzeichnungen der Thiere vor Vollendung des Baus, redet, das mit seiner Art Teleologie zusammen. Der Bauplan ist ein Gedachtes. Das Einfachere, wie in Abstraktion gefunden, wird ebenso dem Schöpfungsgedanken zu Grunde gelegt; ist nur ideale, nicht reale Wurzel des Geschaffenen.

Aristoteles hat bereits für die engere Zusammengehörigkeit sich der Fortpflanzungsergebnisse bedient. Diese mögen überhaupt den Laien Ausgangspunkt für Zusammenstellung gewesen sein vor der Aehnlichkeit, so dass die letztere aus der Verknüpfung mit jenen ihre Bedeutung erhielt. Das hinderte nicht, dass dem Aristoteles und seinen Nachfolgern der Bastard mit seinen Eigenschaften, also das Maulthier, in der stofflichen Behandlung denselben Werth hatte, wie die Arten, Pferd und Esel, dass es ganz wie diese zur Ableitung von Betrachtungen diente.

Bei den Römern fasste das genus, wie es die Familie im weitern Sinne, das Geschlecht, begriff, so das zusammen, was wegen der Aehnlichkeit als

Digitized by Google

durch Entstehung zusammengehörig angesehn werden konnte. Die höheren Kategorieen des Plinius entsprachen nicht entfernt den jetzigen Anforderungen.

Erst das sechszehnte Jahrhundert bestimmte und unterschied schärfer Gattung und Art. 1551 sagte Conrad Gessner, einer der Regeneratoren der Zoologie im aristotelischen Sinne, man könne Arten in Gattungen vereinigen und letztere in Klassen, und 1583 verlangte Andreas Cesalpini, dass für Aufstellung von genera und species wesentliche und konstante Merkmale benutzt würden. Was wesentlich sei, ist immer diskretionärer Entscheidung unterworfen, aber die Meinung, dass einige Eigenschaften konstant seien, andere weniger, und die Verwendung jener für die Spezifikation um ihrer Beständigkeit willen war damit eingeführt.

Um die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts war die Anwendung dieser Eintheilungsbegriffe noch sehr unsicher. Man findet bei Johnston: der amerikanische Bison, Butro, gehöre zum genus Bison, der libysche Steinbock zum genus Ibex, der Bonasus zwischen Medien und Päonien, vielleicht der Bison des Kaukasus, sei eine species Ochs, der Mufflon, aries mormorus, eine species Widder; es müsse über die Wildziegen in genere et in specie gehandelt werden, über die Testacea in genere und über die Turbinata in genere et specie. Derselbe spricht aber auch von den verschiedenen genera der Elephanten nach den Lokalitäten. Trotz Studiums des Aristoteles haben die Schriften dieser Zeit eine von den aristotelischen sehr verschiedene Methode. Bei der Darstellung des Materials handelt es sich viel mehr um die differentiae als um die Aehnlichkeiten und Kategorieen. Letztere werden wie ohne Schärfe, so ohne geregelte Bezeichnung gebildet. Wie in genere: im Allgemeinen, in specie: im Besondern, so ist das genus nur das Weitere.

Auf die Qualität der Differenzen legte ausdrücklichern Werth auch Joachim Jung, indem er die differentiae accidentales, welche den Gegensatz zu den konstanten bilden, für unfähig erklärte, eine Unterscheidung von species zu begründen. 1667 wollte Adrianus Spigelius nach mehr allgemeiner Aehnlichkeit die Gattung als species media aufstellen.

Nach und nach wurde die species, die Art, mehr als das genus ein mit einem bestimmten Werth verbundener Begriff, die Grundlage der Betrachtung. Ray, 1628-1705, welchem Linné wesentlich die wissenschaftlichen Grundlagen des wenige Jahrzehnte später errichteten Systems verdankte, stellte allerdings Gattungen und Arten auf, aber der Begriff des genus blieb ihm ebenso unbestimmt als dem Aristoteles. Die Abstammung war ihm das einzig sichere über den Geschlechtsdimorphismus weghelfende Merkmal der Art. „Wenn Formen der species nach verschieden sind, diese behalten ihre verschiedene Natur und entstehen eine nicht aus der andern.“ Diese Artbeständigkeit war ihm jedoch nicht ganz unerschütterlich oder

Digitized by Google

ewig: „einige Samen weichen von der Art ab, degeneriren und erzeugen Pflanzen einer verschiedenen species, wenn auch selten.

1719 gab der französische Botaniker Tournefort die Definition: „Arten lassen sich durch ein besonderes Merkmal von den anderen Arten derselben Gattung unterscheiden, innerhalb dieser werden sie durch die Aehnlichkeit zusammengehalten". Wir sind heute für die Zusammenordnung ohne Rücksicht auf nachweisbare Stammesverwandtschaft auf demselben Punkte. Das besondere Merkmal macht die Art; es wird verlangt, dass die Vermittlung fehle, also machen für Tournefort wie für uns die Lücken die Art. Ein fest Bestimmendes für die Stellung der übergeordneten Begriffe fehlte Tournefort wie uns.

Für die Benennung der einzelnen Arten finden wir den Anfang einer Entwicklung aus dem, was sich die Laiensprache nach auffälligen Eigenschaften oder, ohne dass wir die Motive kennen, gebildet hatte, zu dem bestimmten und einfachen Modus unsrer heutigen wissenschaftlichen Sprache schon im sechszehnten und siebzehnten Jahrhundert, indem den bekannten Artnamen die für den einzelnen Fall geltenden differentiae in Relativsätzen, abgekürzten Sätzen und Adjektivwörtern beigefügt wurden, z. B. Capra auris demissis, Ziege mit Hängeohren, Merula aequatica, Wasseramsel, Astacus major, grosser Krebs. Die zusammengesetzte Benennung war nicht unerlässlich; manchmal wurde eine vereinzelte Art nur mit dem Substantiv bezeichnet, Rupicapra, Gemse, ein anderes Mal auch mit zwei Namen, Dama vulgaris. So enthielt anfänglich diese Benennungsmethode noch nicht den Anfang des Systems in sich und blieb auch unregelmässig.

C. v. Linné, 1707—1778, stand Anfangs ganz in dieser Methode; er gab manchmal einfache Namen, manchmal doppelte, diese manchmal einfach adjektivisch, andere Male mit Reihen von Attributen oder verkürzten Sätzen durchgeführt; z. B.: Vespertilio cauda nulla; Erinaceus spinosus vix auriculatus. Er bekämpfte sogar anfänglich die glatten Doppelnamen, welche 1690 Bachmann vorgeschlagen hatte. Aber rasch entwickelte er aus den unregelmässigen Anfängen lateinischer Terminologie, wenn möglich begleitet von schwedischen Benennungen, die Vorschrift, jedem thierischen oder pflanzlichen Organismus einen Gattungsnamen und einen Artsnamen zu geben.

Diese beiden Namen zusammen bilden die Ueberschrift der festgestellten Beschreibung, sie repräsentiren diese. Sie geben zugleich den Nachweis der nächsten verwandtschaftlichen Beziehung, wenn eine sehr nahe da ist. In diesem Sinne, dass eine solche Ueberschrift das Ausgehen von einem mit Andern Gemeinsamen und den Ausdruck der differentiae fixiren sollte, war sie präjudizirlich. Die anfänglich gegebenen Benennungen müssen im Fortschreiten der Untersuchungen Anfechtungen und Umarbeitungen erleiden. Was die Gattungen betrifft, so sah man, als die Zahl der Thiere sich in ganz unvorhergesehenem Maasse vermehrte, die alten sparsamen Gattungen

Digitized by Google

des Linné in einem ganz anderen Lichte und fand sich genöthigt, sie an manchen Stellen zu höhern Begriffen, Familien und selbst Ordnungen, zu erheben. Man hat stellenweise versucht, solchem Bedürfniss gerecht zu werden und doch der Autorität Ehre zu geben, indem man eine dreifache Nomenklatur anwendete. Während Linné alle Wölfe, Füchse, Hunde, Schakale unter die Gattung Canis stellte, den Fuchs als Canis vulpes, würde man die Sonderung jener vier und weiterer Gruppen und wieder ihre Zusammengehörigkeit und die Vielheit der Formen in jeder von ihnen bequemer ausdrücken, wenn man beispielsweise den amerikanischen Präriewolf als Canis lupus latrans und den Polarfuchs als Canis vulpes lagopus aufführte. Diese Methode hat sich wegen ihrer Schwerfälligkeit nicht Bahn gebrochen. Man erhält in der Regel die Gattung Canis und ist sich dabei der engeren Zusammengehörigkeit einiger Arten als Canis sensu strictiori, anderer als Lupus, Lupulus, Vulpes, bewusst oder man macht statt Canis die genannten mehreren Gattungen, sich begnügend, der Zusammengehörigkeit aller durch den Familiennamen Canidae Ausdruck zu geben.

Die Genese der Artnamen brachte es mit sich, dass sie theils alte Titel mit Ursprung in linguistischem Dunkel waren, theils einen wesentlichen Theil der differentiae enthielten, so für jenes Bos Bubalus, Corvus corax, für dieses Perdix rufa, Merula nigra. Linné hatte schon manchen Artnamen von Plinius, Gessner und dessen Zeitgenossen und Nachfolgern, Mouffet, Johnston, Ray und den Mitlebenden entnehmen können.

Es sollte jede Art den Namen führen, unter dem sie zuerst deutlich beschrieben worden ist und es ist die Regel, den Autor beizusetzen, welcher diesen Namen gegeben hat, bei Einigen das freilich so verstanden, dass sie den Autor nennen, der den Doppelnamen anwandte, wie er jetzt ist, ohne Rücksicht, ob die Art früher unter anderer Gattung ihren Namen erhalten hatte. Es ist begreiflich, dass im Einzelfalle die Frage sehr schwierig sein kann, wegen des Umfangs der Litteratur und wegen des Ungenügenden in der Beschreibung, welches fast immer sich herausstellt, wenn nahe stehende neue Arten gefunden werden. So ist es oft schwieriger, der verwickelten Synonymik gerecht zu werden, als die beste Beschreibung zu geben. Die neuere Litteratur wird dadurch sehr belästigt.

Dabei hat es auch die Artnamen getroffen, dass sie der Veränderung bedürftig erschienen. Ein seiner Zeit passender Name drückte die differentiae nicht mehr in geeigneter Weise aus. Zuweilen waren auch Namen durch Irrthümer und Missverständnisse entstanden. So erhielt die Eidechsengattung Ameiva ihre Benennung, weil das erste untersuchte Exemplar den Schwanz verloren hatte; der Halbaffe Lichanotus, weil er auf einer schlechten Abbildung den Zeigefinger ausgestreckt hatte. Aus solchen Gründen nahmen einige Autoren Anstoss daran, dass überhaupt die Benennungen eine Bedeutung in sich tragen, eine Eigenschaft ausdrücken sollten; man wollte keine

Digitized by Google

Art gross oder roth nennen, weil vielleicht noch eine grössere oder röthere gefunden werden möchte.

Leach ging soweit, die Gattungsnamen für auf Fischen schmarotzende Isopodenkrebse durch beliebige Buchstabenumsetzung zu bilden: Nerocila, Anilocra, Livoneca, Olencira, dazu von Latreille Canolira. Es wäre jedoch thöricht, so schwer unterscheidbare Namen zu wählen und sich des angenehmen Hülfsmittels zu entschlagen, dass eine Beziehung zwischen Wesen und Namen bestehe. Durch eine geordnete Buchstabenverwendung hat Harting versucht, zu einer rationellen Nomenklatur zu gelangen, nach welcher verwandte Formen verwandte Namen trügen, unter Beibehaltung von soviel als möglich aus den alten Namen, ohne doch lange Wörter zu bilden, in geschickter Combination von Vokalen und Consonanten zu Endsilben, welche im Namen des Genus auch die Familie, Ordnung, Klasse und Hauptabtheilung begreifen würden. Auf die Typen wären die Vokale wie folgt zu vertheilen:

Vertebrata	: a :	Ares
Arthrozoa	: e :	Eres
Mollusca	: i :	Ires
Echinodermata	: o :	Ores
Coelenterata	: u :	Ures
Vermes	: ö :	Oeres
Protozoa	: ü :	Ueres

Für die Klassen wurden gewählt bis zu acht der am meisten verschiednen Consonanten und mit anderen geschickt zur Bezeichnung der Unterklassen verbunden: so Säuger: Pares, placentale Säuger Plares, teleostische Fische Spares. Eine vorgesetzte Silbe würde die Ordnung bedeuten, Bimana = Amplares, Quadrumana = Acplares, Monotremata = Apsares. Für Familien käme noch ein Consonant davor, so sind die Hasen = Darplares und für die Gattung noch ein Vokal. Der schwerste Einwand scheint Harting selbst die Wandelbarkeit des Systems, welche die Namenänderung mit sich bringen würde. Diese Namen geben keinen weiteren Anhalt für die Erinnerung und es würde nicht leicht sein, stets rasch und richtig den Begriff herauszulesen. Eher würde sich ein Modus empfehlen, welchen Häckel angewandt hat, ähnlich den Gewohnheiten in der organischen Chemie. Um die verwandtschaftlichen Beziehungen der Kalkschwämme auszudrücken, hat er die Stämme der Namen der nach Entwicklung von verästelten Kanälen und radialen Röhren aus den einfachen Poren unterschiedenen Familien der Askonen, Leukonen und Sykonen zur Bezeichnung der Gattungen, welche überall nach der Beschaffenheit der Kalknadeln gebildet werden, mit, dieser Nadelbeschaffenheit entsprechend, jedesmal gleichmässig gewählten Endsilben zusammengesetzt, also Ascyssa und Leucyssa, Leucetta und Sycetta. Würden die Stämme noch besser ausgewählt, so wäre der Name nicht nur eine Ueber-

Digitized by Google

schrift, sondern könnte ein ganzes kleines Register der Eigenschaften sein und zwar derjenigen, auf welche verwandtschaftliche Beziehungen zu begründen wären.

Das Verdienst Linné's traf zunächst das Formale; er gab eine bequeme Form der Registrirung. Ausserdem musste der Wunsch zu klassifiziren in der Untersuchung vorandrängen. So, während Linné in zwölf Ausgaben seines Systems der Natur und Gmelin in der dreizehnten nach Linné's Tode vollendeten die Reihen mit immer ausgedehnterem Stoffe füllten, die Details immer reicher, die Zusammenstellungen geschickter wurden, gewann Linné's Behandlungsweise einen ungemeinen Beifall und mehrte die Freunde der Naturgeschichte in allen Ländern. Das Vertrauen auf Artbeständigkeit, welche er ziemlich in derselben Weise annahm wie Ray, und ohne welche den gegebnen Beschreibungen der volle Nutzen nicht inne wohnen konnte, wurde mit ihm populär. Linné sagte: Species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae. Eine Untersuchung darüber, ob wirklich die jetzt vorhandenen Formen, wobei übrigens die Fossilen mit zu zählen haben, von Anfang an so geschaffen seien, wie sie existiren, oder ein Beweis dafür findet sich bei Linné nicht. Nur erschien ihm das Ganze der biblichen Schöpfungsgeschichte zulässig, der Ararat ein geschickter Ausgangspunkt der organischen Welt und durch die grosse Fruchtbarkeit der Thiere und Pflanzen die Ausbreitung der Nachkommen über grosse Gebiete in grossen Zahlen leicht erklärlich. Uebrigens erklärte auch Linné es möglich, dass durch Bastardirung innerhalb einer Gattung mehr Arten entständen, als dieselbe ursprünglich enthalten hätte.

Die Beziehung zwischen Gleichartigkeit und Abstammung fasste Oeder 1764 für Pflanzen dahin, dass diejenigen die Bezeichnung von Arten verdienen, welche ihres Gleichen entsprungen, ihres Gleichen zeugen. Auch Buffon, 1707—1788, welchem die Art die Summe der aufeinander folgenden Individuen war, bezeichnete als ihren Charakter die succession constante d'individus semblables. Das war der Ausdruck der wenigstens für lange Reihen von Menschenaltern gültigen Erfahrung, dass die Formen, wie sie neben einander stehen, immer wieder erschienen und immer ebenso von einander getrennt blieben. Die Typenlehre, das Feststellen gleicher Grundzüge unter verschiedenem Gewande, wie es in den „Umrissen" des Aristoteles angedeutet, von Cuvier vorzüglich in anatomischer Darstellung, erst von de Blainville und Bronn bestimmter in mathematischen Formen gesucht worden ist, fehlt auch bei Buffon nicht. Bei Gelegenheit der ihm sehr gut bekannten Faulthiere sagt er: „Bei den lebenden Wesen ist das Innere die Grundzeichnung der Natur, es ist die bildende Form, die wahre Gestalt; das Aeussere ist nur die Oberfläche, nichts weiter als das Gewand; denn wie oft sahen wir nicht bei unsern vergleichenden Untersuchungen der Thiere, dass dieses oft sehr verschiedene Aeussere ein vollkommen ähnliches Innere bedeckte und dass im Gegentheil die geringste innere Verschiedenheit

Digitized by Google

im Aeusseren sehr grosse hervorbringe und selbst die natürlichen Gewohnheiten, Fähigkeiten und wesentlichen Eigenschaften des Thieres verändere. Um diesen Gegenstand gründlich abzuhandeln, bedürfe es nicht blos einer überlegenden Vergleichung, sondern einer Entwicklung, die durch alle Theile organisirter Wesen verfolgt würde. In der That, wenn die Länder, welche Unau und Aï bewohnen, nicht Einöden wären und sich dort Menschen und mächtige Thiere von Alters her vermehrt hätten, wären diese Thierarten nicht bis auf uns gekommen, sie würden vernichtet worden sein, wie sie das einst sein werden. Wir haben gesagt, dass Alles, was sein kann, auch ist; die Faulthiere scheinen ein schlagender Beweis dafür zu sein, sie scheinen in der Ordnung der Thiere mit Fleisch und Blut die äusserste Gränze des Daseins einzunehmen. Eine Fehlerhaftigkeit in der Bildung mehr würde ihr Dasein aufgehoben haben. Diese verkrüppelten Versuche als eben so vollendete Wesen als die anderen ansehen, für diese in sich widersprechenden Naturen Endursachen annehmen und finden, dass die Natur in ihnen eben so glänze, wie in ihren schönen Werken, hiesse, diese durch einen engen Tubus anschauen und die Gränzen ihres Geistes für ihr Ziel halten." Abgesehen davon, dass wir jetzt wissen, wie Faulthiere für eine spezielle Lebensweise, die unter Zweigen dichtstehender Bäume, vortrefflich angepasst sind, erkennen wir hier bei Buffon die Grundzeichnung, den Typus, ausdrücklich abgelöst vom Plan der Natur, ferner den Kampf ums Dasein als ein Element für Existenzmöglichkeit, wenn auch nicht für Eigenschaftsentwicklung und nicht als Konkurrenz. Aber in den Epoques de la nature von 1778 findet sich neben der Annahme untergegangener Arten, theils aus seiner dritten Epoche, während welcher im Meere diejenigen Thiere lebten, welche später in Kalkstein eingebettet waren, theils aus seiner fünften, der der espèces majeures, der von ihm gut verstandenen riesigen Säuger, auch der Gedanke, dass die Landthiere später entstanden seien, und eine siebente Epoche der Urmenschen mit Steinwaffen. Achtzig Jahre alt, begriff Buffon vollständig die Idee der verloren gegangenen Arten, beklagend zu alt zu sein, um Alles das noch zu prüfen. Seit 1739 Intendant des Jardin du roi, späteren Jardin des plantes, benutzte Buffon diese Stellung zu Versuchen über das Erlöschen der Fruchtbarkeit in den Bastarden, auf welche wir zurückkommen werden. Die auffällige Verschiedenheit der Säuger der neuen Welt von denen der alten dachte sich Buffon so entstanden, dass aus einer ursprünglichen Mischfauna bei Abtrennung der Länderkomplexe von einander in jedem diejenigen Thiere blieben, welche in dem betreffenden sich niedergelassen hatten, weil Himmel und Boden ihrer Natur zusagten.

Die dauernde Fruchtbarkeit wandte Illiger 1800 noch kürzer als Buffon zur Definition der Art an und durch die Anwendung, welche Hunter davon machte, erhielt der Satz den Namen des Hunter'schen Gesetzes. Für die Einzelnheiten in Vertheilung von Thieren und Pflanzen

Digitized by Google

modifizirten Rudolfi und Wildenow die an die biblische Sprache anknüpfende, in ihren Schwächen bald blos gelegte Theorie Linné's nach dem Prinzipe einer mehrfachen Ausbreitung von jetzt als Gebirge erscheinenden Mittelpunkten aus und wurden so den Verschiedenheiten der faunalen und floralen Gebiete gerecht. Die gemeine Sündfluththeorie hatte Buffon gleichfalls verworfen.

Immer war gegen den Schluss des vorigen Jahrhunderts die Auffassung der organischen Welt nach gut charakterisirten, auf ein sehr grosses Mass von Gleichheit in den Eigenschaften zusammenfassbaren Arten die regelmässige. Man suchte, indem man von der andern Seite hauptsächlich die Bastardbildungen erwog, der sonstigen Abweichungen aber, soweit sie nicht zur Aufstellung von Rassen berechtigten, welche wieder in sich ebenso befestigt schienen, nicht gross achtete, nur nach der Begründung jener Artbeständigkeit und hoffte solche wesentlich aus den Erfolgen und Misserfolgen der Zucht innerhalb der Arten und den in Kreuzungen zu gewinnen.

Dass es Ausnahmen gäbe, war weder Ray, noch Linné, noch Buffon, noch vielen anderen Aeltern verborgen geblieben. Es veranlasste das einige Connivenz für die Thesen, Versuche, die Artbeständigkeit durch die Kreuzungsunfruchtbarkeit zu stützen, und bei Buffon gradezu die Erklärung, dass für niedere Thiere die Veränderlichkeit Wandlung herbeizuführen im Stande sei. Unter den Philosophen hatte Baco in dieser Beziehung die Meinungen der alten jonischen Schule wieder aufleben lassen. Von den Geologen hatte Benoit de Maillet, der unter dem Anagramm Telliamed und mit dem Titel der Unterhaltungen eines Missionärs und eines indischen Philosophen sein System der Erdentwicklung 1735 schrieb und 1743 herausgab, gradezu die Ableitung der Landbewohner aus zurückgelassenen Thieren und Pflanzen des Meeres ausgesprochen, zugleich alles Arbeiten aussergewöhnlicher Kräfte in der Vergangenheit abschüttelnd, in grossen Zügen die Oberflächenveränderungen der Erde zeichnend und den Zusammenhang gleicher Fossilienlager über grosse Strecken andeutend. Vom physiologischen Standpunkt hatte Maupertuis 1740 in „Venus physique ou le nègre blanc“ die Rassenunterschiede aus den natürlichen Einflüssen hergeleitet. Auch hatten Robinet 1768 im Essai de la nature, qui apprend à faire des hommes, einer Signatur, welche in der Naturphilosophie Oken's und Verwandter eine grosse Rolle spielt, und der feine schweizerische Naturforscher Bonnet, der Entdecker der parthenogenetischen oder asexualen Vermehrung der Blattläuse, 1779 sich für Wandlung ausgesprochen; letzterer namentlich dahin, dass die Mannigfaltigkeit der Umstände, vielleicht allein Klima und Nahrung, den Ursprung neuer Arten oder vermittelnder Formen veranlasst hätten. Auch Jussieu hatte für Herstellung gefüllter Blumen und Monstrositäten die Metamorphose wirksam gedacht. Kant sagte, dass sich von derjenigen Thiergattung an, in welcher sich das Prinzip der Zwecke am

Digitized by Google

besten zu bewähren scheint, vom Menschen, stufenweise eine Kette zum niedersten ziehe, in Analogie der Form, welche eine wirkliche Verwandtschaft durch Erzeugung von einer Urmutter vermuthen lasse, so dass der Archäologe der Natur jene grosse Familie von Geschöpfen aus den Resten ableiten könne, welche vertreten sind in dem, was von den ältesten Erdrevolutionen her übrig geblieben ist. 1794 endlich hatte Erasmus Darwin, Grossvater von Charles Darwin, in seiner Zoonomie die Umgestaltung der Thiere aus ihrer Lebensthätigkeit und Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen abgeleitet. Für Göthe eine eigentliche Mitwirkung für die Descendenzlehre in früher Zeit in Anspruch zu nehmen, scheint uns gewagt. Sein Satz aus 1796, „dass alle vollkommneren organischen Naturen, das sind die Wirbelthiere, nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen beständigen Theilen mehr oder weniger hin und herweicht und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet" ist sehr stark zusammengeschoben und muss für gutes Verständniss etwas aus einander gelegt werden. Er hat nur auf eine über dem Ganzen schwebende Idee, vielleicht mit besonderem Hinweis auf die Evolutionslehre in der Entwicklungsgeschichte, Bezug. Die Idee suchte Göthe in der Natur, nicht grobe realistische Consequenzen. Dem, was danach Lamarck aufstellte, entgegengesetzt, sagte er: „Die Theile bedingen die Bedürfnisse; unter dem einheitlichen Typus entspringt eine Mannigfaltigkeit der Gestalt durch das einem Theil gewährte Uebergewicht". Und wenn Göthe sagt: „Das Thier wird durch Umstände zu Umständen gebildet", so ist auch das ihm ein Ausdruck vielmehr für das Zusammenpassen, motivirt innerlich aus der Gleichgewichtsstellung der Theile unter den besondern Lebensbedingungen, als für eine sich im Laufe der Zeit realisirende Verwandlung. Mit dieser ganzen Art, Naturwissenschaft philosophisch zu behandeln, stand Göthe in der Zeit; wohl reger als Andre, aber nicht erheblich höher. Ihn, wie Lamarck und Geoffroy St. Hilaire, Cuvier entgegen zu stellen, fehlt aller Anlass; er stand im Gegentheil Cuvier näher. Sein Verdienst lag besonders im Betreiben des Vergleichs. Wie Cuvier suchte er das Einheitliche, Typische; keiner von Beiden war gewillt, sich mit teleologischer Erklärung zu beruhigen.

Es ist merkwürdig, dass bei einer solchen Bewegung der Geister doch grade aus den Fortschritten der Paläontologie die Lehre von der Artbeständigkeit zunächst eine eminente Stütze erhielt. Das geschah allerdings nicht in der von Linné aufgestellten, sondern in einer ganz wesentlich modifizirten Form. Uebrigens, wenn auch in sich trügerisch, erscheint das neue Fundament doch als eine Stufe, die von denen, welche methodisch vorgingen, durchgemacht werden musste. Georges Cuvier 1769—1832 begründete den Satz, dass die untergegangnen Thiere durchaus verschieden seien von denen, welche noch lebten. Man muss, um den Werth dieser These

13*

Digitized by Google

zu schätzen, sich erinnern, dass noch 1802 Faujas de Saint Fond bei Uebernahme des Lehrstuhls der Paläontologie seiner Einleitungsrede die Annahme zu Grunde legte, dass die fossilen Thierformen sich wahrscheinlich noch in fernen Ländern fänden, aus welchen damals allerdings sehr überraschende Formen, wie Känguruh und Schnabelthier, neu gekommen waren. Dabei konnte der jetzige Zustand der Schöpfung so aufgefasst werden, als lebe ein Theil des zusammen Geschaffenen noch unter den alten Bedingungen, ein Theil unter veränderten Umständen, ein dritter vielleicht gar nicht mehr. Cuvier fing 1796 mit den fossilen Elephanten an und fuhr dann mit einer Reihe Erstaunen erweckender Untersuchungen namentlich über Säuger und Reptile des eocänen Gipses vom Montmartre fort, unter jenen das Paläotherium und das Anoplotherium, verglich die Skelete der Lebenden, deren vergleichende Anatomie er mit der Zoologie und Paläontologie zusammenschweisste, die mythischen Thiere der Alten, die Mumien der ägyptischen Gräber und erschloss, dass jede fossile Art eine erloschne Art sei.

Man hätte erwarten sollen, eine solche Thatsache werde die Theorie von der Wandelbarkeit der Thiere in der Zeit unterstützt haben. Aber, wenn auch Einiges sich dem fügte, wenn z. B. der 1799 im Eise an der Lena gefundne Elephantenkadaver dazu sehr gepasst hätte und den Ursprung der von Linné für Wallrosszähne gehaltenen Stosszähne vom Eismeerstrande sicherte, so waren doch andere, Mastodon, Paläotherium, Anoplotherium der Jetztwelt so fern, dass sie nur das Typische wahrten, im Einzelnen aber mehr die Differenz hervortreten liessen als die Aehnlichkeiten. Auch lag damals die Unexaktheit im Begriff der Species als etwas Festen für das Lebende noch wenig offen. So geschah das Gegentheil des zu Erwartenden, man behielt die Artbeständigkeit bei; nur nahm man verschiedene Schöpfungen an, jede mit neuen Arten.

Blumenbach sprach vielleicht am Bestimmtesten 1803 die Ansicht von wiederholter Zerstörung und erneuter Schöpfung organischer Formen aus, eine Idee, die noch den frommen v. Haller, der doch selbst Geologie trieb, mit Entsetzen erfüllt hatte. Was wir die Cuvier'sche Lehre nennen können, war gegen die der einmaligen Schöpfung von einem Punkte aus und mit einmaliger Sündfluth, mit welcher sich Rudolphi's und Wildenow's Theorieen von mehreren Zentren als postdiluvialer noch vertrugen, jedenfalls ein grosser Fortschritt.

Die These Cuvier's bekam ihre Anwendung in Verbindung mit dem Prinzipe, von welchem eine Spur bei de Maillet, bei Hook und bei Füchsel sich fand, und welches vom Abbée Giraud Soulavie 1777—1783 ausgebildet, aber zuerst wenig beachtet worden war: dem der Anwendung der Ueberlagerung der Gesteine für deren Altersbestimmung. Buffon hatte die Fossilien auf den höchsten Bergen aus dem allmählichen Zurücktreten des

Digitized by Google

Wassers für die ältesten gehalten, Soulavie sagte dagegen in richtiger Durchführung der Theorie sedimentärer Gesteine, der älteste Kalk ist der, unter welchem weiter keiner liegt, mag er hoch oder niedrig liegen. Uebrigens suchte Soulavie in der Reihenfolge der Organismen Vervielfältigung und Fortschritt festzustellen; allerdings so, dass die Arten verloren gingen, nicht sich wandelten, die Differenzen aus der Zeit der Entstehung herrührten. Die Klassifikation der Terrains nach Lagerung, ergänzt durch Uebereinstimmung der Fossilien der Einzelnen wurde von 1790 an in England, wo die klareren Verhältnisse der Schichten das erleichterten, vom Baumeister Smith eingeführt. An dieses Prinzip lehnten sich Cuvier's besondere Studien in der von ihm und Brogniart veröffentlichten Bearbeitung der Umgegend von Paris. Die Untersuchung der Schichtenfolge, die Sonderung der Fossile ging von da ab in der französischen Schule neben der Beschreibung der lebenden Arten unter Cuvier's und Brogniart's Autorität nach den Theorien der Artbeständigkeit, der Uebereinstimmung der Organismen in einer geologischen Schöpfungsperiode oder Repräsentation, der vollkommnen Verschiedenheit derer in der einen von denen in einer andern. Diese Sätze, welche zum Theil getrennte Anwendung gestattet hätten, wurden fest mit einander verbunden und galten für absolut.

Aus etwaiger Variabilität sollten nicht etwa in sich weiter entfernender Verschiedenheit neue Arten, aus deren Combination gar neue Schöpfungen geboren werden, sondern die Abweichungen sollten nach unfruchtbaren Pendelschwingungen oder Zuckungen zum Ausgangspunkte zurückkehren, der endlichen Vernichtung mit Stumpf und Stiel sollte eine Neuschöpfung folgen, auf keine Weise verbunden mit dem Untergegangenen.

Der seiner Zeit grossartige Fortschritt der Theorie von Cuvier und Brogniart gegenüber den bis dahin verbreiteten kindlichen Ansichten über Schöpfungsgeschichte kann uns heute nur noch als ein Durchgangspunkt erscheinen, von welchem wir nicht begreifen, dass Logik nicht rascher hat über ihn hinaussehn lassen; als eine Stufe, welche, mit Mühe erreicht, mit eben soviel Mühe überwunden werden musste.

1798 sagte G. Cuvier: Die Art ist die Zusammenstellung aller organisirten Körper, welche von einander oder von gemeinsamen Eltern und von denen abstammen, welche ihnen ebenso gleichen, als sie unter einander; 1821: die Art fasst die Individuen zusammen, welche von einander abstammen. In seinem Discours sur les révolutions de la surface du globe sprach Cuvier die Ansicht aus, es sei sicher, dass die Erdoberfläche vor längstens 5—6000 Jahren einer grossen Umwälzung unterworfen gewesen sei, welche die Länder, die früher die Menschen und jetzt am besten bekannten Thiere bewohnten, vernichtete; dass danach einige wenige aufgesparte Individuen sich über die trocken gelegten neuen Länder, welche

Digitized by Google

schon einmal andere Bewohner gehabt hatten, verbreiteten und dort vermehrten. So war seine jüngste Schöpfungsperiode durch Sündfluth und Arche Noah des jüdischen Mythus unterbrochen. Da Cuvier's Theorie die Aehnlichkeit der ohne genetischen Zusammenhang auf einander folgenden Schöpfungen nicht wegnehmen konnte, so musste sie das Suchen nach den Ursachen jener Aehnlichkeiten ausserhalb der Schöpfung selbst begünstigen. Der Schöpfungsplan spielte deshalb in Cuvier's Schule eine grosse Rolle.

Cuvier, sonst voll Anerkennung aller wissenschaftlichen Arbeit, war im Kampfe für seine Theorie, welcher ihm nicht ganz erspart blieb, ein unerbittlicher Gegner und er verstand es, die französische Gelehrtenwelt fast ganz, namentlich die Akademie auf seiner Seite zu erhalten.

So ist es wesentlich der persönlichen Bedeutung Cuvier's zuzuschreiben, dass die Angriffe, welche Lamarck von 1801 an gegen die Lehre von der Beständigkeit der Art richtete, keine entsprechende Unterstützung gefunden haben, während dessen Sätze doch dem Rationalismus, welcher die eigentliche französische Revolutionsperiode überdauerte, besser entsprachen. In den Recherches sur l'organisation des corps vivants sagte Lamarck 1802: „Die Umstände thun Alles, sie modifiziren die Wesen tief; aus den Umständen entstehn die Bedürfnisse, aus den Bedürfnissen die Begierden, aus den Begierden die Fähigkeiten, aus den Fähigkeiten die Organe." 1809 in der Philosophie zoologique: „Man hat Art jede Zusammenfassung von ähnlichen Individuen genannt, welche durch andre ihnen gleiche erzeugt würden. Das ist richtig, denn jedes lebende Wesen gleicht immer dem oder denen, von welchen es abstammt. Aber man fügt die Unterstellung hinzu, dass die Individuen, welche eine Art bilden, in ihrem spezifischen Charakter niemals variiren und dass demnach die Art eine absolute Konstanz habe. Nur das will ich bekämpfen, weil klare Beweise aus der Beobachtung geschöpft, darthun, dass es ungegründet ist". Er bemerkt dann sehr mit Recht, wie reichere Untersuchungen an allen Museen jene aus der Zeit dürftigerer Beobachtung herrührende Meinung widerlegen; wie die Abgränzung der Arten immer nur abhänge von den Umständen des Fundes der Individuen; dass man nur nach Gutdünken hier von Varietäten, dort von Arten spreche; dass die Artbestimmung stets unvollkommner werde. „Wir sehen fast alle Lücken sich füllen; in der baumförmig verästelten Reihe der Thiere, die, wo sie durch verloren gegangne Arten Unterbrechungen zeigt, diese doch nicht immer gehabt hat, stossen alle am Ende der Zweige befindliche Arten an solche an, welche sich mit ihnen durch Zwischenformen verbinden. Wir haben erst weiter von einander Entferntes gesehn und konnten leicht Gattungen und Arten bilden, jetzt finden wir Nüancirungen und Zusammenfliessen. Die Ursachen betreffend, finden wir die deutliche Einwirkung der Umgebung auf unsre Arten; im selben Klima einfache Varietäten unter Ein-

Digitized by Google

wirkung der Lage. Solche werden aber bei dauernder Fortpflanzung unter denselben Verhältnissen wesentlich, so dass die Individuen zu einer neuen Art umgewandelt werden.

Lamarck fasste seine Theorie in folgenden Sätzen zusammen:

1. Alle organisirten Körper sind Produkte der Natur, nach und nach in langer Zeit gebildet.

2. Die Natur hat begonnen mit der Herstellung der einfachsten Körper, bildet direkt nur diese und kehrt immer dazu zurück, sie zu bilden: Generatio spontanea.

3. Die ersten Versuche haben unter günstigen Umständen Lebensfähigkeiten und nach und nach alle die Theile und Organdifferenzen entwickelt.

4. Die mit den ersten Lebenseffekten verbundene Fähigkeit des Wachsthums hat den verschiedenen Fortpflanzungsmodalitäten Ursprung gegeben und durch diese ist der einmal gewonnene Organisationsfortschritt erhalten geblieben.

5. Durch die Umstände ist in hinlänglicher Zeit das jetzt Bestehende so geworden, wie es ist.

6. Bei solchen Veränderungen hat die Art nur eine relative Konstanz und kann nicht so alt sein als die Natur.

Diese Sätze enthalten die erste eigentliche Durchführung der Transmutationslehre oder Descendenztheorie nach allen gegebenen Richtungen hin; die Grundgedanken waren ganz gross und frei.

Für die Weise, wie die Umgebung einwirke, stellte Lamarck zwei Gesetze auf.

1. Bei jedem nicht fertigen Thiere stärkt der häufigere Gebrauch allmählich proportional das Organ, der Nichtgebrauch schwächt es bis zum Verschwinden.

2. Das so Erworbne wird vererbt und in den Generationen erhalten.

Für beide Sätze sind zahlreiche Beispiele Jedem geläufig, ohne dass jedoch aus diesen sicher die allgemeine Gültigkeit erhellte. Lamarck's Beispiele für die Ausbildung durch den Gebrauch sind jedoch im Allgemeinen nur solche für die Uebereinstimmung der Bedürfnisse und Organe. Eins der bekanntesten ist der lange Hals der Giraffe wegen des Zwangs, statt Gräsern Baumblätter zu äsen; eins für den Schwund würde sein die Verkümmerung der Augen der an dunklen Plätzen wohnenden Thiere. Dass das Eine oder Andere durch Gebrauch und Nichtgebrauch so geworden, hat Lamarck nicht beweisen können. Die Stärkung oder Abschwächung je nach dem Gebrauch ist am ersichtlichsten bei den Muskeln; welch' ungeheuere Erfolge hier Uebung hat, weiss jeder; von ihnen kann man eine Fortsetzung der Wirkung auf die sie umhüllenden und mit ihnen verbundenen bindegewebigen Theile und weiter auf die festeren Skeletstücke sehr wohl

Digitized by Google

direkt ableiten. Auch können wir uns vorstellen, dass ein Sinnesorgan, welches an sich passiv ist, sei es Hand in Hand mit den es versorgenden Muskeln, vermittelt durch die Gemeinsamkeit der Gefässstämme, sich entwickle oder zurücktrete, sei es direkt wegen des ihm fehlenden anregenden Reizes, z. B. durch das Licht, im Wachsthum zurückbleibe, und es fehlt ja auch hier für Auge und Ohr, Geruch und Geschmack, wie endlich für das Gefühl bei den Blinden nicht an Beweisen der Ausbildung der Organe durch den Gebrauch, die Uebung, meist allerdings vermischt mit den nebenbei gehenden Leistungen der Erfahrung. Die Erfahrungen und etwa möglichen Versuche hierüber bedürften allerdings viel vollständigerer Ergänzung betreffs der konnexen Frage der Vererbung.

Nach der alten Auffassung brachte jedes Thier eine den Umständen angepasste Einrichtung mit; nach der teleologischen war ihm diese mit Bewusstsein der Wirkung ertheilt und wirkte für die Verschiedenen zusammen zur Erfüllung des Schöpfungsplans. Nach Lamarck's Theorie passte das Thier seine Einrichtung den Umständen an, es bildete sie sich selbst aus, indem sich die durch Generatio aequivoca entstandenen unvollkommenen Formen durch Wechselwirkung eines inneren Bildungstriebes, nisus formativus, und äussrer Lebensbedingungen zu immer mannigfaltigeren und vollkommneren Formen entwickelten.

Der Gedanke, dass die Einrichtungen der Thiere zu den Umständen passten, war beiden gemeinsam. Wahrnehmungen in dieser Richtung hatten sich sehr allgemein geltend gemacht. Sie waren in eine besonders intensive Wechselwirkung mit dem Gottesglauben getreten. Man weiss kaum zu sagen, nach welcher Richtung hin sich der Einfluss stärker geltend machte; weil Alles umsichtig eingerichtet war, musste es einen voraussehenden, allmächtigen, allweisen Schöpfer geben, und weil es diesen gab, musste Alles gut sein. Unsre Philosophie hat hier viele Auswege. Obwohl wir keinen anderen Massstab haben, als den menschlicher Erkenntniss, bescheiden wir uns doch der Kurzsichtigkeit und halten, wo der Nutzen nicht ersichtlich ist oder wir Mängel und Widersprüche zu sehen meinen, das Prinzip höher, die Einwände vorübergehend.

Die Wunder der Anpassung, wenn wir, um die besonderen Schwierigkeiten des Verständnisses auszudrücken, so sagen dürfen, sind sehr dazu angethan, den menschlichen Geist zu überwältigen und ihn zu veranlassen, das Ganze, als über seine Untersuchung erhaben, mit einem Ausdrucke zusammengefasst ausserhalb jener zu stellen. Wohin man greift, hat man die Beispiele; die ganze Natur erscheint ein solches und fast alles Einzelne. Freilich dürfen wir nicht vergessen, dass der ganze Begriff der Nützlichkeit und des Passens aus den Thatsachen abgelesen ist, eine Verbindung der Erfahrung, dass etwas sei und wie es sei. Das leichte Verständniss geben diejenigen Fälle, in welchen die Einrichtungen die gewöhnlichen sind,

Digitized by Google

besonders hervor heben sich diejenigen, in welchen aussergewöhnlich Erscheinendes auf die gewöhnlichen Erfolge hinausläuft, deren Summe eben überall die Existenz ist. Alle Organisation, alles Leben ist ein Beweis dafür, dass die lebenden Wesen sind, wie sie sein können. Es bedarf jedoch genauerer Untersuchung, ob Alles existire, was existiren könne, ob Alles so sei, dass es mit Sicherheit fortbestehen werde, ob keine einzelne Eigenschaft besser gedacht werden könne.

Auffälliger als die inneren Einrichtungen und mehr als Vorzug, über das an inneren Einrichtungen, was Jeder gern als selbstverständliches Bedürfniss ansieht, hinausgehend, erscheint der Schutz durch diejenigen Besonderheiten der äusseren Gestaltung, welche die Engländer die natürliche Maske genannt haben.

Theils ist das ein gleichmässiges Kleid für Thiere in einfärbigen Gegenden oder mit einem Leben unter gleichartigen Umständen. Die Polargegenden haben ihre Eisbären, Eisfüchse, Schneehasen, Lemminge, Schneehühner, Schneeammern, welche durch ihr Gewand auf den Alles überziehenden Schneedecken oder, Schneeflecken gleichend, an den Felsen unentdeckt bleiben, verfolgt oder verfolgend. So mischen ihre Farbe mit der des gelben Sandes die isabellfarbenen Fennekfüchse, die Saiga, die Dorcas und zahlreiche andere Antilopen, die Wüstenmäuse und Grabmäuse, die Sandläufer, Sandhühner, Frankoline, Sandlerchen und Sandammern. So gleichen zahlreiche Schnepfen, Kibitze, Regenpfeifer, Rohrdommeln den grünlichbraunen und fleckigen Mooren und Geröhren, braune und graue Sänger und Vögel der dürren Steppe, auf welcher sie ihre Nahrung suchen müssen. So birgt der immergrüne glänzende tropische Wald zahlreiche grün gefärbte Papageien, Finken, Ampeliden, Tauben und zur dunkeln Nacht passen die Melasomatiden-Käfer, schwarze Raubkäfer, Blatten, Asseln, welche an den heissen Strändern des Mittelmeers, am Tage unter Steinen verborgen, nächtlich ihrem Raube nachgehen, wie zum lichten Tage auf vegetationsarmem weissem Gesteine die Xerophilenschnecken, welche am Felsen angeklebt die Regenzeit oder die feuchte Nachtluft erwarten. Es ist ganz gewöhnlich, dass Wale, Seevögel, Fische am Bauche weiss oder silbern glänzen, wie das Tageslicht über ihnen, vom Rücken aber blau oder schwärzlich erscheinen, wie die von Oben gesehene dunkle Meerfluth. Bei den Plattfischen dagegen, den seitlich zusammengedrückten Schollen wie den Rochen, ähnelt die obere Seite dem Schlamme oder ist dem mit bunten Steinchen gemischten Sande zur Ununterscheidbarkeit ähnlich. Die Blennius, Gobius, Labrus, welche sich zwischen frischgrünen oder verwitterten Algen umhertreiben, gleichen diesen oft in Färbung eben so vollkommen wie die genannten Vögel dem Walde.

Oder der Vorzug der natürlichen Maske trifft das Einzelne. Im selben Walde, am gleichen Baume sitzen braune Holzböcke und Hirschkäfer an Stämmen, Maikäfer am jungen bräunlichen Laube der Eichen und

Digitized by Google

Buchen, grüne Rüsselkäfer an den Blättern. Gelbe, weisse, grüne Spinnen bleiben den nahenden Insekten durch die Gleichartigkeit der Färbung auf dem Boden der Blüthen verborgen, auf welchem sie mit ausgebreiteten Füssen geduldig die Beute abwarten. Kallima-, Paphia- und Satyrus-Schmetterlinge ahmen, während die Oberseite mit Spiegeln, Bändern, glänzendem Blau geschmückt ist, mit der Unterseite so geschickt dürre Blätter oder die weisslich gemischte Baumrinde nach, dass sie sich setzend und die Flügel zusammenklappend sofort dem Nachsteller verschwunden sind, bis sie in behäbigen Bewegungen wieder den Glanz der Oberseite entfalten. Nicht weniger die Raupen, deren einige an die Zweige gedrückt wegen ihrer dunkelbraunen und graubraunen Farbe, andere am Blattrande nagend, weil sie grün sind, verborgen bleiben. Ebenso kommt die Gestalt zur Geltung. Wie dürre Zweige stehen in Erstarrung Spannerraupen, nur mit den hintern Füssen befestigt, unbemerkt liegen wie Schafkoth die sich todt stellenden Pillenkäfer; gleich einem Aestchen mit grünen Blättern und rothen Blüthen, oder auch blattlos sitzt eine Phasmaheuschrecke am Baume, so dass Madame Merian sie als Thier gewordene Pflanze beschrieb. In solchen Aeusserlichkeiten ist die Nützlichkeit gestaltlicher Einrichtungen am meisten aufgefallen.

Bei genauerer Betrachtung ist allerdings keineswegs Alles in solcher Weise angepasst, oder die Wirkung liegt doch nicht auf der Hand. Welche Bedeutung sollte es haben, dass die lappländische Varietät eines weisslichen Schmetterlings, der Harpyia vinula, die H. phantoma grade die schwärzeste ist. Wenn man das gestreifte Fell des Tigers, des Zebras, des grauen Gnus dem gelben und schwarzgewolkten Röhricht angepasst erachtet, so sind doch Schwalben theils schwarz, theils blau, theils grün und Segelfalter, welche über den Blüthen an Abhängen schweben, mit gelbem Kleide gar nicht im ähnlichen Fall. Warum ist die Fliege an den weissen Wänden unsrer Bauerstuben nicht weiss, warum sind die Gehäuse der Gartenschnecke braun und weiss oder gelb gestreift? Haben die rothen Weibchen der Eclectus-Papageien oder die blauen Männchen von Dacnis-Arten es weniger nöthig, sich im grünen Laube zu schützen, als ihre grünen Partner? Warum sind unter den Fischen die Mullus, einige Skorpänen, die Cepolen und andere roth. Nützlichkeiten, wie oben, finden wir hier nicht, wir müssten uns nach neuen umsehen. Wir werden als einen sehr gewichtigen Grund die geschlechtliche Zuchtwahl von Darwin aufgeführt finden, aber auch dann wird es uns häufig scheinen, als erzeuge die Natur in vielen Fällen einen Reichthum, an welchem unsere kleinen Erfahrungen von Nutzen und Schaden gänzlich zu Schanden werden.

In der Weise, wie Lamarck seine Theorie durchführte, genügte sie nicht, die Mannigfaltigkeit der Anpassungen im Thierreich zu decken. Es war nicht genug zu sagen, Alles sei durch die Umstände geworden. Der Gebrauch und Nichtgebrauch im gewöhnlichen Sinne war kein hinlänglich

Digitized by Google

Vermittelndes, um daraus zu verstehen, wie natürliche Masken entstanden und wie im Gegentheil der Flügel eines Schmetterlings sich mit schillernden Augen bedeckte; erst wenn wir beim Worte Gebrauch von aller Handlung des ganzen Thieres als solches absehn, wenn wir statt Gebrauch Effekt setzen, gelangen wir zu breiteren Grundlagen. Das Prinzip Lamarck's war rationell, aber die Ausführung war unfertig.

Wäre Lamarck mit seiner Theorie durchgedrungen, so hätte das Dogmà von der Artbeständigkeit eine sehr kurze Dauer gehabt. Kaum dass man ihm eine feste Form zu geben versuchte, bot diese Angriffspunkte, welche einen dauernden Widerstand zu leisten nicht vermochten. Es war wohl nützlicher, dass es der persönlichen Bedeutung Cuvier's gelang, den Angriff zunächst wenigstens äusserlich abzuschlagen. Es blieb für die Beschreibung des Lebenden und Fossilen noch ungeheuer viel zu thun. Die vermeintliche Festigkeit des Artbegriffs gab dazu allein Muth. Woher hätten die Autoren solchen nehmen sollen, wenn sie von Anfang durch den Zweifel gelähmt gewesen wären, ob sie nicht Danaidenarbeit thäten, oder wie hätten sie vor ausgiebigerer Kenntniss des Materials entsprechende neue Beschreibungsweisen finden sollen? Die Methode Linné's besiegte vor der Hand mit ihrer Endgeschwindigkeit noch leicht die ihr entgegengestellten Einwürfe. Wenn man die Originalsammlungen Linné's oder ähnlich alte, gleicher Weise nicht fortgesetzte Sammlungen betrachtet, so erkennt man, dass vor hundert Jahren die Naturalien im Allgemeinen noch von wenigen und identischen Plätzen kamen. Das unterstützte sehr den Gedanken von der Konstanz der Art und der vollkommnen Sonderung des Thierreichs in Arten, so dass für Variabilität, Rassenbildung, Unsicherheit der Artumgränzung Mensch und Hausthiere eine Ausnahme zu bilden schienen. Die nach Linné's Methode gemachten Wahrnehmungen aber mussten mit Erreichung einer grössern Summe selbst die Grundlage einer veränderten Auffassung bilden.

Fast gleichzeitig mit Lamarck sprach G. R. Treviranus in seiner Biologie, 1802—1805, aus, dass jedes lebende Wesen seine Organisation den äusseren Umständen anzupassen vermöge und dass dadurch die niedersten Organismen zu immer höheren Stufen gefördert und zahllose Mannigfaltigkeit in die Natur gebracht werde. Für die Abänderung liess er ausser Bastardirung weitere Potenzen gelten. Die Arten stürben nicht aus durch grosse Katastrophen, sondern wandelten sich um, degenerirten.

In Oken's Naturphilosophie hielten die realen Grundlagen dem schrankenlosen Ideenbau so wenig die Wage und die Sprache ist so geschraubt, erst auf Umwegen verständlich, dass dieser Autor für Förderung und Verbreitung der Transmutationslehre kaum genützt hat, so sehr er von einer monistischen Auffassung durchdrungen war.

Die beachtenswerthe Aeusserung von Pander, gelegentlich der Be-

Digitized by Google

sonderheiten des Säugethierschädels: „Die Knochen sind der Ausdruck der Sinnesthätigkeiten und Muskelaktionen“ zeigt eine Kongruenz mit den Ideen des Lamarck. Jedoch ist nicht vollkommen klar, ob man es in dieser Ableitung nur mit philosophischer Behandlung oder mit einem realen Kausalitätszusammenhange zu thun habe.

Bestimmter führte Étienne Geoffroy St. Hilaire*) das Kapitel von den Ursachen der Artveränderung durch, am deutlichsten in seiner Abhandlung über den Grad des Einflusses der Umgebung in der Modifikation thierischer Form 1831 und in den fortschrittlichen Studien eines Naturalisten 1835. Seine Hauptsätze sind, dass die Art bei Ständigkeit der äusseren Verhältnisse beständig sei und man deshalb in der Gegenwart Aenderungen und wesentliche Verschiedenheiten nicht bemerke, dass dagegen die Art mit der Veränderung der Umgebung und derselben proportional ihre Eigenschaften ändere und dass die mehr oder weniger bedeutenden Veränderungen auf der Erde und selbst in der Zusammensetzung der Atmosphäre von einer geologischen Epoche zur anderen solche Veränderungen erzwungen hätten. Das was sich im Kleinen unter unseren Augen in den Monstrositäten, sei es zufälligen, sei es künstlichen, für die Individuen zeigt, das geschieht für die Arten unter dem Einfluss einer langen Zeit. Die Hervorhebung der Monstrositäten ist zurückzuführen auf die besonderen Arbeiten von Geoffroy über diesen Gegenstand 1832—1836. Sie ist vielleicht zu lebhaft und jedenfalls vermisst man die erläuternden Mittelglieder für ihre Bedeutung.

Dieser Theorie fehlt die Einsetzung der Vermittlung durch den Gebrauch; die Umstände mögen auf allerlei Weise wirken. Dabei ist die Meinung, dass zu gewissen Zeiten viel mächtigere Umstände eingewirkt haben möchten. Man war nur allmählich im Stande, sich von der Lehre der grossen Katastrophen, der Sündfluthen, der Kataklysmen loszumachen, zu deren Annahme vorzüglich der Anblick von Wasserwirkungen geführt hatte. Bestimmt sprach Geoffroy aus, dass die heutige Thierwelt durch eine ununterbrochene Reihe von Generationen von den untergegangenen Thieren der antediluvianischen Zeit abstammen möchte, selbst wenn die Verschiedenheit so gross wäre, dass wir nach unseren Gewohnheiten verschiedene Gattungen machen würden. Seine besonderen paläontologischen Untersuchungen, so die an untergegangenen Krokodilen, den Teleosauriern, leiteten ihn

*) Als er 1793 zum Professor der Zoologie ernannt wurde, sagte er: „Wie kann ich lehren, was nicht besteht“. „Wahr!“ antwortete d'Aubenton, „es besteht nichts, es muss geschaffen werden. Lassen Sie diese kühne Aufgabe die Ihrige und den Ruhm den Ihren sein, nach zwanzig Jahren sagen zu können, Frankreich habe die Zoologie geschaffen“. Er begleitete Bonaparte nach Aegypten und als die Engländer die Sammlungen als Beute beanspruchten, drohte er, sie lieber zu verbrennen. Dieselben bildeten den Stamm des Musée du jardin des plantes.

Digitized by Google

mehr zur Erkenntniss von Aehnlichkeiten als von Verschiedenheiten; er glaubte namentlich an einem einbalsamirten Krokodilschädel Uebergänge gefunden zu haben. Alles das war Geoffroy jedoch diskutirbare Theorie.

Die Gedanken über Entwicklung der Thiere in der Zeit standen bei Geoffroy in inniger Verbindung mit seiner Auffassung der neben einander Lebenden als nach allen Richtungen hin vergleichbar, verwandt und wurden von dieser befruchtet. Zunächst beschäftigte sich seine anatomische Philosophie mit den Wirbelthieren. Für sie nahm er stets gleiche Lage der Organe und Organtheile: principe des connexions, Vergrösserung eines Organs nur auf Kosten eines anderen: principe du balancement, und Vertretung der sämmtlichen Organe in Allen: théorie des analogues an. Von diesen Prinzipien hat namentlich das zweite direkte Beziehung zur Wandlung. Auch stellte er nach Kielmeyer auf, dass die niederen Thiere den fötalen Zuständen der höheren entsprächen, eine überaus fruchtbringende Idee. Indem sich die Vergleiche über die anfänglichen Gränzen ausdehnten, so die Segmente der Insekten mit den Wirbeln der Wirbelthiere parallelisirt wurden, wobei die Eingeweide in den Wirbelkanal genommen seien, wie die Glieder der Schildkröten unter die Rippen, dieses ohne genügende Mittelglieder, und solches mehr, trat Geoffroy der Typenlehre Cuvier's, welche verschiedene Zentren für die Vergleichung statuirte, entgegen mit einer Unité de composition du règne animal. Sein hastiges Fertigmachen, zum Beispiel in der Durchführung der Wirbeltheorie des Schädels, gab viele Angriffspunkte.

Auch der Sohn, Isidore Geoffroy St. Hilaire, nahm an, dass die Beständigkeit der Art nur durch die aus grossen kosmischen Phänomenen erwachsenen Aenderungen in den Lebensbedingungen erschüttert werde. Nach ihrer innern Energie wird die Art nicht alt, wie das Individuum; sie sinkt nicht herab; sie schreitet nicht fort zu einem bestimmten Ziele; in ewiger Erneuerung ist sie stets neu, wie vor 3000 Jahren; vernichtet wird sie, wie ein Mensch, in der Kraft der Jugend von einer äussern Ursache getroffen. Es ist zu beachten, dass Geoffroy solche Meinungen 1850, dann 1856 entwickelte, wo doch die plötzlichen, grossen kosmischen Phänomene nicht mehr haltbar erschienen, und endlich 1859, in welchem Jahre die erste Ausgabe von Darwin's Origin of species erschien. Geoffroy sieht eine Force conservatrice, welche demnach mancherlei Umstände ertragen lässt und der Art erlaubt, sich in Varietäten wie in Pendelschwingungen zu bewegen, und eine Force modificatrice im Kampf. Schon 1851 bei Gelegenheit des unter den Fossilen der Sivalikberge gefundnen höchst merkwürdigen Sivatherium erklärte er die Artbeständigkeit für einen thörichten Wahn. Bei den Hausthieren scheinen ihm die wechselnden äusseren Umstände Anlass zu kleinen Veränderungen, den sogenannten Rassen zu geben; übrigens seien die Hausthiere mehrfach wieder zu den wilden Zuständen

Digitized by Google

zurückgekehrt. Die Art bezeichnete er als collection naturelle et permanente, présentement distincte d'individus ordinairement, non - toujours semblables. De Blainville war ebenfalls ein beständiger Gegner von Cuvier. In seiner Osteographie 1839—51 behauptete er eine einheitliche Schöpfung, in welche die Zerstörung Lücken riss.

Die Abhängigkeit der Abänderung der Vögel vom Klima wurde von Gloger 1833 in grosser Ausdehnung nachgewiesen. Bronn stellte die äussern Ursachen von vielerlei Abänderungen in seiner Geschichte der Natur zusammen. K. E. v. Baer sprach sich 1834 dahin aus, dass nur eine kindische Naturbetrachtung die organischen Arten als bleibende und unveränderliche Typen ansehn könne. Unger behauptete 1852 die Abstammung aller Pflanzen von wenigen Stammformen, vielleicht von der einfachsten Zelle; V. Carus und Schaaffhausen betrachteten 1853 die untergegangenen Organismen als die Ahnen der lebenden und Letzterer sprach sich 1857 dahin aus, dass das Menschengeschlecht von affenähnlichen Thieren abstamme. Auch Büchner folgerte in „Kraft und Stoff" aus der Zusammenstellung der vergleichend-anatomischen, paläontologischen und individuellen Entwicklungsreihe die Nothwendigkeit der Entwicklung der verschiedenen species aus in Urzeugung entstandenen gemeinsamen Stammformen. Dessgleichen trug der berühmte Botaniker Nägeli schon 1856 in seinem zweiten akademischen Vortrage über die Individualität in der Natur die Descendenzlehre mit Bestimmtheit vor.

Wir haben noch die Versuche zu registriren, welche weiter gemacht wurden, um die Begriffsstellung der Art deutlicher und logischer zu gestalten. Alph. de Candolle sah in der species: die Vereinigung aller Individuen, ähnlich genug zur Rechtfertigung der Annahme des gemeinsamen Ursprungs; F. S. Leuckart, in Ausdehnung auf alle Naturkörper und dadurch begrifflich gelöst von der Abstammungsnothwendigkeit: die speziell ausgesprochene bestimmteste Form; H. Milne Edwards: die Vereinigung der nach derselben Grundform gebildeten Einzelwesen; C. L. Gloger: den konkreten Gesammtbegriff der Summe von Eigenschaften der sich mit regelmässigem Erfolge paarenden Thiere; Spring: alles Das, was in derselben Weise ist, war und sein wird; Baer: die Individuen, welche durch Abstammung verbunden sind oder sein können; E. Meyer: Dasjenige, was eines Ursprungs ist und innerhalb des Kreises seiner Variabilität sich stets gleich bleibt; neuerlich der Botaniker Sachs: die Gesammtheit aller Individuen, deren konstante Merkmale gleich sind und sich von den konstanten Merkmalen anderer ähnlicher Pflanzen unterscheiden; Claus: alle Lebensformen, welche die wesentlichsten Eigenschaften gemeinsam haben, von einander abstammen und sich zur Erzeugung fruchtbarer Nachkommen kreuzen lassen; Bastian: die Generalisation des Individuums, seine Verallgemeinerung in allen Mög-

Digitized by Google

lichkeiten seiner Erscheinungsform. Meist hat man hierbei im Wesentlichen danach gesucht, eine begriffliche Uebereinstimmung zwischen der Gemeinschaft gewisser zusammen Lebender und der der aus einander Hervorgehenden auszudrücken und beide auf einander zu beziehen. Für den Grad der Uebereinstimmung gab man nur bedeutungslose Umschreibungen; zuweilen jedoch wurde der Grad der möglichen Abweichungen als unbedeutend gestellt, so dass die Eigenschaften, wenn auch in einer gewissen Breite, doch stets begränzt gedacht wurden.

Genauer hatte man in der Lehre von der Art drei Prinzipien: das der Descendenz von gleichem Stamme, das der Uebereinstimmung der Eigenschaftskomplexe, das der Zeugung unter einander. Das erste konnte nur indirekt bewiesen oder vielmehr nur wahrscheinlich gemacht werden, indem man, weil von gleichem Stamme sehr Aehnliches fiel, aus einem gewissen Grad der Aehnlichkeit weit über die Betrachtungen hinaus den Rückschluss auf gemeinsame Abstammung machte, demnach eigentlich nur aus der Verbindung der beiden andern Prinzipien. Das Prinzip der Uebereinstimmung der Eigenschaftskomplexe erwies sich mehr und mehr für die Art nicht bestimmter oder stärker als für die anderen Klassifikationsbegriffe und liess die Art in gleicher Weise abstrakt erscheinen wie diese. Je mehr man Individuen kennen lernte und je genauer man sie untersuchte, um so mehr fand man, dass nicht allein diejenigen Eigenschaften, welche man als „äusserliche" von vorn herein Preis gegeben hatte, wie Grösse und Form des Ganzen und der Theile, Farbe und Aehnliches, oder als zufällige bezeichnete, weil sie am meisten änderten, sich bei solchen Individuen, welche entweder nachgewiesener Massen von einander abstammten oder für welche man das doch eben so gut aus anderen Uebereinstimmungen annehmen zu müssen glaubte, sehr verschieden verhielten, sondern auch sehr versteckt liegende und an solchen Theilen, denen man bis dahin einen sehr bestimmten Werth für die Klassifikation beigelegt hatte. Wählen wir einige Beispiele.

Man hat bekanntlich besonders seit Linné auf die Zähne für die Eintheilung der Säugethiere einen vorzüglichen Werth gelegt und Zahl und Gestalt für besonders fest gehalten. Es fehlen aber, von der doppelten Zahnreihe bei Cretins und der Julia Pastrana nicht zu reden, von den normalen 32 Zähnen des Menschen sehr vielen Individuen der Kulturvölker die vier letzten, während bei Negern statt fünf Backzähnen sechs vorkommen können*). Wie Bischoff, Gervais und ich selbst gezeigt haben,

*) Es würde thöricht sein, nach dem Titel dieser letzten Zähne wegen ihres späten Kommens als Weisheitszähne aus dem Mangel eine psychisch mangelhafte Entwicklung schliessen zu wollen. Es ist vielmehr anzunehmen, dass in der beim Menschengeschlecht immer stärkeren Ueberwachsung des Gesichtsschädels durch den Gehirn-

Digitized by Google

ist es gar nicht ungewöhnlich, dass anthropomorphe Affen mit ebenfalls normal 32 Zähnen wenigstens an der einen oder anderen Stelle nach hinten einen Backzahn mehr ausbilden und so wenigstens für einen Theil des Gebisses zu den 36 Zähnen der platyrhinen Affen der neuen Welt aufsteigen oder auf dieser Stelle stehn geblieben sind. Weiter fand Étienne Geoffroy St. Hilaire bei einem Sajouaffen der neuen Welt oben je sieben Backzähne, Isidore Geoffroy und Blainville bei Ateles pentadactylus auf einer Seite oben und unten sieben Backzähne statt der gewöhnlichen sechs. Was die Gestalt der Zähne betrifft, so hat Geoffroy die Gattung Myiopithecus mit der einzigen Art Talapoin Erxl. von den gewöhnlichen Meerkatzen, Cercopithecus, darauf abgetrennt, dass der letzte untere Backzahn nur drei Höcker statt vier habe; wir besitzen ein Weichen von Cercopithecus cynosurus Geoffr., welches unten rechts den letzten Backzahn dreihöckrig, links vierhöckrig hat, also rechts einer andern Gattung angehören würde als links. So zeigt eine einzige Ordnung von Säugern Vermehrung, Verminderung, Umgestaltung der Zähne, in derselben Weise in den Arten, wie sie anderswo die Arten, Gattungen, Familien von einander zu trennen pflegt. Nehmen wir die Wirbel, so finden wir das Gleiche. Es ist bekannt, wie trügerisch durch die Gegenwart aller Zwischenzahlen jene Sonderung der Leoparden oder Panther in Arten nach den Zahlen der Schwanzwirbel, welche Cuvier machen zu können meinte, sich erwiesen hat; Schwanzwirbelzahlen von vier Hundeskeleten unsres Museums sind 4, 18, 20, 21. Die Pferde und Schweine zeigen verschiedene Zahlen der Rückenwirbel und Lendenwirbel. Wir besitzen ein Weibchen von Inuus sylvanus L., bei welchem zwischen die dieser Art normalen zwölf Rückenwirbel und sechs Lendenwirbel ein Wirbel eingeschoben ist, welcher anderthalb Zoll lange, nach hinten gerichtete, in der Gestalt starken falschen Rippen gleichende, aber vollständig angelöthete Querfortsätze besitzt. Ziehen wir vor die Rippen zu zählen? Mein alter Lehrer C. J. M. Langenbeck eröffnete scherzhaft seine Osteologie damit, dass er mit dem Skelete eines Mannes mit dreizehn Rippenpaaren und dem eines Weibes mit zwölf Rippenpaaren die Schöpfungsgeschichte illustrirte. Betrachten wir die Gliedmaassen, so giebt es Ateles-Affen, die einerseits einen Daumen haben, andrerseits nicht. Jedermann weiss, dass Hunde häufig die Hinterdaumen oder Wolfsklauen haben, da sie doch gewöhnlich fehlen. Auch kennt man seit dem Bucephalus Alexanders die mehrhufigen Pferde und seit Herodot die einhufigen Schweine. Menschen überzählige Finger oder Zehen abzunehmen, hat es uns selbst an Gelegenheit nicht gefehlt. Wenn man um eine Fisch-

---

schädel das Zurücktreten jenes Antheils vorzüglich in der Verkürzung der Kiefer und dadurch in mangelhafter Ausbildung der letzten Zahnkeime hervortrete. Es handelt sich also um eine Erhebung gegenüber einem Mangel von geringerer Bedeutung.

Digitized by Google

art zu charakterisiren die Zahl ihrer Flossenstrahlen angiebt, so hat man nichts Bestimmtes, sondern man muss bei irgend grösseren Zahlen ein Minimum und ein Maximum aufführen.

Nimmt man das Organ, welchem vor Allen weder verborgene Lage noch hohe Bedeutung abgestritten werden kann, das Gehirn, so haben sich bei einigen Menschen verschiedener Herkunft folgende Volumina in Kubikzollen ergeben:

Europäer, kaukasischer Abkunft bis zu	116
Hottentott, Mann	75
Neger	69,3—60,5
Malaye	62,2—57,1
Hindu	46.

Ebenso ungleich wie die Gesammtgrösse sind am Gehirne Grösse der einzelnen Theile, Windungen, innere Einrichtungen. Bei Kühen kann man, statt vier Strichen am Euter drei, fünf oder sechs finden, bei Ziegen, statt zweier drei oder vier, selbst Menschen haben nicht selten überzählige Brustwarzen, wenn auch nicht zu den Zahlen der Isis hinauf. Wie gross ist nicht die physiologische Verschiedenheit in Fruchtbarkeit, Schnelligkeit, Kraft, Milchergiebigkeit, Frühreife mit den tiefsten Eingriffen in die Organisation? Wo endlich schwände nicht die Spezifizität der Eigenschaften, wo bereiteten nicht die Unterschiede der sich mit einander Paarenden die derjenigen vor, welche dies nicht thun, die der aus einer Brutstammenden die derjenigen, an deren Verwandtschaft wir nicht so leicht glauben? Je mehr man Individuen fand, um so mehr wurden die innerhalb dessen, was man für eine Art zu halten Anlass hatte, stehenden verschieden, um so mehr zeigten sich überall die Arten so, wie man es früher nur für wenige, die Hausthiere, annehmen zu müssen gemeint hatte, um so mehr näherten sich die früher deutlich geschiedenen Arten, um so mehr wurde in der Abstraktion die Art fraglich, während bei den ersichtlich verschiedenen Leistungen wohl niemals Jemand an eine solche volle reale Artidentität gedacht hatte, als seien die Stücke aus demselben Prägstocke hervorgegangen.

Wenden wir uns zu dem an dritter Stelle genannten Prinzipe, dem nach Hunter benannten Gesetze der vollkommenen Fruchtbarkeit der Nachkommen innerhalb der Art. Auch dieses, vorzüglich von Buffon betont und geprüft, giebt keinen absoluten Anhalt für die Zusammenstellung von Individuen zur Art oder deren Trennung. Was bisher Versuche ergeben haben, lässt annehmen, dass auch hier eine vermittelnde Relativität sich ergeben werde.

In der Frage von der Fruchtbarkeit wäre zu berücksichtigen, dass Fortpflanzung durch befruchtete Eier auf mehreren Faktoren beruht: auf der Darbietung von Eiern, deren Güte, Menge u. s. w., der Beschaffenheit des befruchtenden Sperma an sich und denjenigen Eigenschaften beider

Digitized by Google

Produkte und im Uebrigen der sie liefernden Thiere, welche für die Beziehungen derselben zu einander in Betracht kommen, also etwa Periode der Produktion, Relation der Energie des Samenfadens zur Reizbarkeit des Eis, Grösse des ersteren und Weite der Zugänge zum Dotter in der Eihaut, der Mikropylapparate, Beschaffenheit accessorischer Geschlechtseinrichtungen. Man hat dann zu berücksichtigen, dass sowohl verschiedene Arten eine sehr verschiedene Fruchtbarkeit zeigen, als auch innerhalb der Arten für Rassen und Individuen diese sehr verschieden ist, als auch endlich die Fruchtbarkeit desselben Individuums schwankt, so dass ein gleiches Maass für die Fruchtbarkeit innerhalb der Art im Prinzip nicht besteht. Buffon hat schon eine Fruchtbarkeitstabelle für 56 Säugethiere mit sehr grossen Differenzen zusammengestellt, aus welcher sich zu ergeben schien, dass die Fruchtbarkeit um so kleiner, je grösser das Thier sei, was jedoch nur im Vergleiche von Verwandten gilt. Viel grösser werden die Unterschiede, wenn man andere Thiere mit aufnimmt. Gegenüber Termiten, gewissen Fischen, Austern, welche angeblich Millionen von Eiern geben, steht dann der weibliche Elephant, welcher im nach allen Richtungen günstigsten Fall doch nur alle paar Jahre ein Kalb bringt. Für Rassen ist es beachtenswerth, dass gewöhnliche Schafe zwei Lämmer, eine Shangairasse deren sechs; gewöhnliche Hunde vier bis fünf Junge, die Leonberger und andre grosse Rassen gerne mehr, bis sechszehn, bringen; für Individuen, dass während gewöhnlich die Kuh ein Kalb, etwa unter hundert Fällen einmal deren zwei wirft, abnorm bis zu fünfzehn natürlich unbrauchbaren Embryonen beobachtet sein soll. Bei den Säugern kommt aber ausser der Lieferung der Eier, deren Befruchtung und erster Ausstattung eine bis zu mehr als einem Jahre dauernde Tracht in Betracht. Das erste Moment, das der Eilieferung, kann bei Vögeln besser für sich beobachtet und zuweilen mit der Befruchtungsfähigkeit der Eier verglichen werden. So, während für gewöhnliche mit dem Hahn vergesellschaftete Hühner kaum ein Ei unbefruchtet erscheint, bringt bei den Sebright-Bantams von dreihundert kaum eins ein Hühnchen. Insofern Brunst Eiablösung bezeichnet, lässt sich solche Sonderung auch auf Säuger ausdehnen und die Relation zwischen Eiablösung und Befruchtung darstellen. In den Würtembergischen Stammgestüten empfingen von den, natürlich nur wenn rossig, belegten, Stuten 1873 etwa 70%, im Durchschnitt rechnet man für Pferde 75%, aber Länder und Stationen geben sehr ungleiche Resultate. Aristoteles meinte, eine Stute sei nicht so regelmässig fruchtbar wie eine Eselin, wenn diese nur jung zur Zucht gezogen wäre, sie bedürfe der Pausen; Buffon sagt das Gegentheil, eine Stute empfange sichrer und trage sichrer aus als die Eselin, weil sie weniger brünstig sei. Auch für die männlichen Thiere sind ähnliche Unterscheidungen anzuwenden; im Oriente nimmt man einen Hengst nach gewissen Angaben für dreihundert, nach andern für nur zehn, bei uns etwa für

Digitized by Google

fünfzig Stuten genügend an. Durch zu häufigen Sprung der Eber soll die Zahl der Ferkel verringert werden. Wie für das befruchtete Ei bei Säugern noch die Fähigkeit der Mutter, es während seiner weitern Entwicklung zu ernähren, in Betracht kommt, so weiss auch Jeder, dass, wie es gute Leghühner giebt, so auch gute Bruthühner und umgekehrt. Man sieht, wie Vieles für Fruchtbarkeit bedeutsam ist, auf wie vielen verschiedenen Motiven Verringerung der Fruchtbarkeit beruhen kann, und wie übel es ist, mit dem Endergebniss als mit einem einheitlichen Faktor zu rechnen. Pflanzen wie Thiere ergeben in einigen Fällen nicht einmal eine gleichmässige Verringerung oder Vernichtung der Fruchtbarkeit in Kreuzungen, sondern ein doppeltes Gesetz der Fruchtbarkeit danach, wie sich die eine Art im Vater zu der andern in der Mutter, und diese als Vater zu jener als Mutter verhält. Die im einen Fall mögliche Bastardirung kann im andern versagen.

Für Pflanzen hatte Kölreuter schon von 1761 an mit Bastardirung experimentirt. 1773 begann Herr Surirey von Boissy die Zucht mit Hund aus Wölfin, welche Buffon mit Fruchtbarkeit bis in vierter Zeugung, trotz Verwandtschaftspaarung, fortsetzte, über Alles genau berichtend. Aehnliche Versuche wurden auch über Buffon's Zeit hinaus im Jardin des plantes fortgeführt und erhielt Geoffroy von Schakal und Hund drei, Flourens vier Generationen. Auch fand man 1859 im Freien bei Poitiers fünf Bastarde von Hund und Wölfin, den Vater durch hängende Ohren und weisse Flecken verrathend. Menagerieen haben öfter solche Bastarde geführt, auch der Zoologische Garten, welcher kurze Zeit in Heidelberg bestand, besass einen. Die Versuche hatten für Buffon den besondern Sinn, für die Vererbungsgesetze den etwaigen Einfluss des Vaters oder der Mutter auf die Brut besser erkennen zu können, wegen der bei Bastardirung viel bestimmteren Verschiedenheit beider. Deshalb verfolgte er mit Eifer die Kreuzung der Pferde und Esel, deren Produkte zu ältester geschichtlicher Zeit vom Menschen benutzt wurden. Aristoteles sagt, wenn der Hengst eine Eselin oder der Esel eine Stute bespringe, so schlage das viel eher fehl, als wenn sich die „Homogenen“ paarten. Er unterscheidet bestimmt die Nachkommen von Pferdehengsten und von Eselhengsten, während jetzt von ersterer Zucht kaum oder gar nicht Gebrauch gemacht zu werden scheint. Die Bezeichnung der Bastardnachkommen vom Pferdehengst als *ἴννος, ἵννος, γίννος*, lateinisch Hinnus, gegen den *ὀρεύς*, lateinisch Mulus, vom Eselhengst ist jedoch nicht aus Aristoteles zu begründen. *Γίννος* ist ihm ein Zwergpferd, ein Kümmerling von der Stute geworfen, der auch im unvollkommnen Erfolg des Sprunges eines Maulesels fallen könne. Nach Aristoteles nämlich springen männliche Maulesel in der Fülle der Kraft; man sieht solches nicht selten und sie erzeugen zuweilen schwache Früchte mit der Stute, weibliche empfangen zuweilen, ver-

Digitized by Google

werfen aber meist*). Auch Buffon unterschied auf Herkunft vom Pferdehengst den Bardeau vom Mule; die Abbildung jenes zeigt gegenüber dem eleganten Maulthier einen Krüppel. Im Deutschen hat man ohne gleichmässige Tendenz Maulthier und Maulesel**) entgegenzusetzen versucht, mehr nach äusserer Erscheinung die Herkunft konstruirend, ohne Kontrolle der Art der geschehenen Kreuzung, und nachher daraus dieses und jenes Erbtheil vom Vater und der Mutter abgeleitet und haltlose Theorieen darauf begründet. Beispiele von Fruchtbarkeit von Mauleselinnen sind in heissen Ländern nicht gar selten, gelten aber als von böser Vorbedeutung und führen meist zu keinem guten Ende. Sie waren schon Buffon bekannt. Berühmt geworden ist namentlich die Mauleselin des Herrn Carra in Valencia, welche von zwei verschiednen Hengsten sechs ausgezeichnet schöne Fohlen warf, von denen eins jedenfalls sechs Jahre alt geworden ist. Ein Nachkömmling einer Mauleselin soll als neapolitanisches Militärpferd gute Dienste gethan haben. Auch Paul Bert beschrieb den Fötus einer Mauleselin. Buffon erklärte die geringere Fruchtbarkeit in und aus Artmischung daraus, dass die Zahl der Uebereinstimmungen, welche die Arten bilden, welche zugleich die Beziehungen des physikalischen Triebes bestimmen und alle Gefühle vermehren, verringert sei. Aber, während das Vorurtheil sage, alle Bastarde, Mules, seien fehlerhafte Wesen, welche nicht zeugen könnten, sage die Logik und Erfahrung, kein Thier, wenn auch von zwei Arten herstammend, sei völlig unfruchtbar; alle können zeugen und der Unterschied liege nur im Mehr oder Weniger. „Im Allgemeinen" sagt Buffon „ist die Artverwandtschaft eines jener tiefen Geheimnisse der Natur, welche der Mensch nur durch eben so oft wiederholte als lange und schwierige Erfahrungen ergründen kann. Auf welchem anderen Wege als durch die Erfolge einer tausendmal versuchten Vermischung von Thieren verschiedener Art kann man den Grad der Verwandtschaft erkennen? Ist der Esel ein näherer Verwandter vom Pferde als vom Zebra, steht der Wolf dem Hunde näher als dem Fuchse und Schakale? In welche Entfernung vom Menschen sollen wir die grossen Affen, welche ihm ihrer Körperbildung nach so vollkommen gleichen, stellen? Waren alle Thierarten ehemals das, was

---

*) Wenn weiter, weil Aristoteles neben *ὀρεύς* für den Maulesel auch *ἡμίονος* braucht, Aubert und Wimmer übersetzen: „die Maulesel hingegen, welche in Syrien oberhalb Phönikien leben, begatten sich und gebären Junge, so fügt doch Aristoteles selbst hinzu, das sei eine verschiedene Art. Es sind hier ohne Zweifel asiatische Wildeselformen gemeint, eher Hemippus als Onager. Den Sprung von Mauleseln sah ich selbst.

**) Rave übersetzt bardeau: Maulpferd; das „Maul" ist hier überall eine Verhochdeutschung; man sollte Mulesel sagen; ähnlich, selbstredend aus anderer Ableitung, ist Maulwurf aus Mullwurf entstanden. Die französische Sprache hat mule überhaupt für Bastard aus allerlei Kreuzung.

Digitized by Google

sie jetzt sind? Ist ihre Zahl entweder vermehrt oder vermindert worden? Sind die schwachen Arten nicht durch die stärkeren oder durch die Tyrannei des Menschen, dessen Anzahl tausendmal grösser geworden ist als die irgend einer mächtigen Thierart, vernichtet worden? Welche Beziehungen können wir zwischen der Artverwandtschaft und einer mehr bekannten, nämlich der der verschiednen Rassen in derselben Art aufstellen?"

Buffon zog auch Bastarde von Ziegenböcken und Schafen. Man hat neuerdings behauptet, dass Kreuzung mit Ziegenböcken in den Schafheerden gewisser Gegenden Südamerika's für die Wollqualität vortheilhaft sei. Er berichtet über abnorme Begattungsversuche zwischen Stier und Stute und Hund und Schwein. Die alten Nachrichten über Bastarde aus ersterer Kreuzung oder ähnlicher, wie z. B. die von Shaw über einen Einhufer mit Haar, Schwanz und Kopf gleich der Kuh, aber ohne Hörner, als Bastard von Esel und Kuh unter dem Namen Kumrach, also wohl identisch mit dem der angeblichen afrikanisch-arabischen wilden Zwergpferde, Koomrah, oder die von Buffon selbst von Stier und Eselin aus Korsika scheinen nach gemischten Eigenschaften abgeleitet; also etwa von einem Pferde mit schwerem Kopf, schlaffen Ohren, haararmem Schwanze, oder für das Gnu mit Pferdeähnlicher Bewegung und Halshaltung, auch breitbehaartem Schwanze, aber mit Hörnern und Kuhfüssen, oder für den Moufflon mit Mähnen und elegantester Haltung. So wird auch die von Scudder 1873 der Boston society gemachte Mittheilung von Bastarden zwischen Katze und Kaninchen darauf beruhen, dass man schwanzlose, weichhaarige Katzen rabbit-cats genannt und die Geschichte des Ursprungs nach dem Namen gemacht hat. Was die Bastarde von Hund und Schwein betrifft, von welchen öfter aus Mexiko berichtet wird, so kann ich mir auch für diese Sage nur eine ähnliche Ableitung denken; vielleicht beruht sie auf Nasua. So betrachten auch die Jäger von Pernambuco das nur an den Seiten Schilder tragende Gürtelthier Scleroderma Bruneti Alph. Milne Edwards als einen Bastard zwischen Gürtelthier und Ameisenfresser, Tamandua. Von ausgezeichneten Säugern kann man noch Bastardzucht erwähnen von Löwe und Tigerin, von welchen ein Nachkomme Jahre lang in der Menagerie van Aaken lebte; vom Rind mit dem Pferdeschwanz, Yak, Bos grunniens mit dem Zebu, Bos indicus, deren Bastarde nach Schlagintweit Chooboo heissen, fruchtbar sind und das nützlichste Hausthier der Himalajagegenden bilden; von Bos indicus mit dem gemeinen Rinde, wie sie Nathusius ohne ersichtlichen Vortheil für landwirthschaftliche Zwecke zog; von Steinböcken und Ziegen, wie sie am Abendberge und bei Andermatt getrieben wurde, deren Produkte durch Nager Donazians in den Handel kamen, von Moufflon und Schaf, Schafbock und Ziege, von verschiedenen Hirschen, fraglich von Hirsch und Rind, wovon ein Fall aus Würtemberg berichtet wurde,

Digitized by Google

von Zebra und Stute, von Hemippus mit Pferden und Eseln, von Kamel und Dromedar, von virginischen mit mexikanischen Hirschen. Von Vögeln ist eine interessante wilde Bastardform der Rackelhahn, Tetrao intermedius, von Auerhahn und Birkhuhn, es kommen in der Gefangenschaft Bastarde von Perlhühnern und Pfauen vor. Sclater zog Bastarde von Gallus bankiva, der vermeintlichen Stammform des Haushuhns, mit den wilden Gallus furcifer und Gallus Sonnerati. In erster Vermischung waren diese Arten sehr fruchtbar mit einander, weitere Versuche missglückten so sehr, dass eine Hoffnung auf dauernde Erhaltung der Bastardzucht nicht blieb. Verschiedene Arten von Enten und Gänsen sind besonders geneigt zu Kreuzungen; die Bastardirungen gezähmter Kanarienvögel mit Hänflingen, Stieglitzen u. s. w. sind ganz bekannt. Von Fischen zog Millet 1854 Bastarde zwischen Forelle und Aesche, später zwischen Salmo salar, umbla, fario, ferox, lemanus; ähnlich kreuzten Coste und Gerbe zwischen verschiedenen Salmoniden und zwischen den Karpfenarten Cyprinus carpio und Carassius gibelio. Die Fischzuchtanstalten berechnen Bastarde etwas theurer, also ist die Sicherheit der Befruchtung oder gedeihlichen Entwicklung der Embryonen wohl geringer. Bei Fischen sind in der Regel wegen des Ausschlusses der Begattung alle diese berührenden Einrichtungen ausser Betracht; bei der künstlichen Befruchtung, einer künstlichen Besamung der künstlich entleerten Eier, selbst ganz und gar die Neigung zu solcher; auch fallen durch die meist ziemlich grosse Breite der Fortpflanzungsperioden sonst bei Kreuzung wichtige Momente weg. Alle Versuche solche Fischbastarde aus Lachsforellenweibchen, Trutta lacustris, und Salblingmännchen, Salmo salvelinus, oder Salblingweibchen und Seeforellenmännchen, Trutta fario, unter einander in künstlicher Befruchtung fortzupflanzen, blieben nach Fitzinger vergebens. Auch Amphibien sind der Bastardirung fähig. Gervais erwähnt der Bastarde des Siredon des Pariser Gartens, welcher wahrscheinlich Ambystoma luridum ist, mit Triton cristatus.

Entsprechend der Meinung Buffon's hielt Geoffroy die Sterilität der Bastarde für eine Sage, durch die Maulthiere entstanden. Am bestimmtesten veranlassten die Mittheilungen von Broca über die Bastardzucht der Hasenkaninchen von 1858 an, welche Herr Rouy in Angoulême seit 1854 mit Nutzen eingerichtet hatte, die 1860 bereits bei der dreizehnten Generation angekommen war und deren Produkte, Lièvres-lapins, unter einander und mit den beiden Stammarten fruchtbar waren, namentlich Flourens, das Hunter'sche Gesetz nicht mehr als ein absolutes anzusehn. Die Beschränkung der Fruchtbarkeit in den verschiedenen Fällen erschien als eine ungleiche; es blieb immer noch möglich, die Fruchtbarkeit in Kreuzung, wenn nicht mehr als ein Mittel für Artabgränzung, doch als eins für Verwandtschaftsbemessung anzuwenden. Die Zweifel an der Existenz der Hasen-Kanin-Bastarde sind wohl nur daraus entstanden, dass reine Kanin-

Digitized by Google

chenracen unter jenem Namen verkauft worden sind. R. Wagner hatte bei Kanarien- Stieglitzbastarden unvollkommene Samenfäden gefunden. Aehnliches berichtete man auch von Maulthierhengsten. Gerber und Winkler fanden dagegen sehr grosse Samenelemente bei Letzteren, mit grösseren Köpfen und Schwänzen als beim Pferde. Indem Bastarde in der Regel üppiger, fetter sind, als der Durchschnitt der Eltern erwarten liesse, dagegen leicht unfruchtbar oder weniger fruchtbar, lässt sich jener Befund vielleicht als eine üppigere Gewebsentwicklung in das erste allgemeine Prinzip einreihen und für das zweite, die geringere Fruchtbarkeit, nicht allein damit verwerthen, dass diese beträchtlichere Grösse zuweilen den Durchtritt zum Ei durch die besonderen Einrichtungen der Eihülle unmöglich mache, sondern auch damit, dass die Samenelemente ihre spezifischen Eigenschaften nicht mit der Präzision ausbilden, welche für die Funktion erforderlich sei. Die beträchtliche Körperentwicklung von Bastarden überhaupt aber lässt sich vergleichen mit der an den Geschlechtsorganen verstümmelter Thiere.

Dass Buffon aus Bastardirung für Bestimmung der Vererbungsgesetze mit Rücksicht auf Vater und Mutter Aufklärung zu ziehen hoffte, beweist, dass er in dieser Beziehung Arten und Varietäten innerhalb der Art unter einem Gesichtspunkte betrachtete. Diese Aufklärungen sind auch heute noch gar nicht gewonnen. Die Versuche sind langwierig, die Deutung der Thatsachen, die Auflösung der Motive ist schwer. Nicht einmal die Farbenvererbung ist festgestellt. Vor zweihundert Jahren berichtete Leeuwenhoek, dass seine Mitbürger in Delft, welche viele grosse weisse und bunte, blaue, schwarze Stallkaninchen hielten, diese im Frühjahr mit wilden ganz grauen Rammlern paarten, um die stets und in jeder Beziehung nach dem Vater schlagenden, namentlich immer einfärbig grauen Jungen als wilde Kaninchen an den Markt bringen zu können. Isidore Geoffroy dagegen sagt, die Bastarde seien nie einem der beiden Eltern gleich, sie bildeten stets eine Fusion der Eigenschaften aus; Nathusius fand in äusserst gründlichen Untersuchungen am Schweineschädel, dass in Kreuzungsprodukten nicht ein Durchschnitt aller Eigenschaften beider Eltern, vielmehr eine Mischung aus einem Antheil indischer mit einem Antheil deutscher Eigenschaften sich bildete. Nach den Untersuchungen von J. v. Fischer 1874 über Vererbung von Farbenvarietäten, vorzüglich bei Mus decumanus, deren Beschreibung im Einzelnen übrigens schon Anstände ergiebt, träfe die Meinung, dass durch Kreuzung die Zwischenglieder zwischen zwei Rassen innerhalb der Art hergestellt werden können, für die Farbenvarietäten nicht zu. Die Produkte der Kreuzung zweier verschiedner Farbenvarietäten trügen nach ihm stets die Farbe des Vaters, bei verschiedenen konkurrirenden Vätern einzelne die verschiedener Väter, oder sollten im letzteren Falle in Melanismus, Ausbildung des schwarzen Kleides, verfallen. v. Fischer geht danach so weit, es unter die Kennzeichen der Artzusammengehörigkeit

Digitized by Google

aufzunehmen, dass in Kreuzungen das Produkt keine Mischfärbung, sondern die des Vaters trage. Dagegen sind, um gleich etwas aus der Tageslitteratur entgegen zu stellen, die Fohlen, welche im grossen ungarischen Gestüte Mezöhegyes vom berühmten braunen Hengst Palestro fielen, nach Lydtin in der Mehrzahl Fuchsen; der arabische Schimmelhengst Schaggr erzeugt mehrfach braune Fohlen. Der verallgemeinernde Schluss von v. Fischer trifft nicht zu. Man kann auch nicht etwa sagen, für Ratten sei es so, für Pferde anders, denn in andern Fällen haben Hengste mit grosser Entschiedenheit die Vererbung ihrer Farbe durchzusetzen vermocht. So vererbte der berühmte Hengst Eclipse einen Fleck an der Hüfte bis auf die Urenkel. Es ist gewiss nicht a priori zu sagen, dass die Vererbungskraft für eine Eigenschaft gleich gehe mit der für alle anderen, oder für eine Eigenschaft gleich bei verschiedenen Thieren. Da Bienenköniginnen männliche Brut aus unbefruchteten, weibliche aus befruchteten Eiern geben, gestattet die Bienenzucht die reine Erbschaft aus der Mutter mit der aus zwei Eltern direkt zu vergleichen. Hat man eine italienische Königin, so sind die von ihr stammenden Drohnen immer rein italienisch und geben die Gewissheit der Abstammung; hat dieselbe von einer deutschen Drohne Sperma empfangen, so sind nach v. Berlepsch die erzeugten Arbeiterinnen theils von vermittelndem Ansehn, theils aber nicht von italienischen, theils nicht von rein deutschen zu unterscheiden. Dieses und die Beobachtung von Nathusius über Bildung eines Gemisches von Eigenschaften machen geneigt, für die in Bastardirung so unsichere Fruchtbarkeit mit Buffon den Grund darin zu suchen, dass den Produkten die Konkordanz der Eigenschaften nicht gesichert ist, welcher das Lebende zur Erfüllung seiner Aufgaben nicht entbehren kann. Es begreift sich, dass eine genauere Kenntniss des zu Erwartenden für Thierzucht von der grössten Bedeutung wäre.

Wenn man die Ursache dafür, dass die Fruchtbarkeit in erster Paarung oder doch in nachfolgenden verringert, oder aufgehoben, oder gar die Paarung verweigert wird, in dem Mangel ausreichender Aehnlichkeit der Gestalt und der physiologischen Arbeit suchen muss, so scheint sich andrerseits eine zu grosse Aehnlichkeit oder zu nahe Verwandtschaft für die Nachkommenschaft ungünstig zu verhalten. Auch diese Frage hat sich als sehr schwierig erwiesen, namentlich durch eine Vermischung der Bedingungen. Indem nämlich in der Viehzucht Verwandtschaftspaarung vorzüglich deshalb geübt wurde, weil ein einmal gezogener Stamm besondere edle, das heisst in dem spezifischen Gebrauchszweck kostbare, Eigenschaften besass und man diese nicht durch andres Blut stören wollte, ist der Erfolg der Verwandtschaftszucht gemischt mit dem Erfolge der Zucht aus in sehr bestimmter Richtung potenzirten, verfeinerten, häufig auch besonders vorsichtig gehaltnen und verwöhnten, auch der Sichtung aus andern Rücksichten nicht hinlänglich unterworfenen Stücken. Es ist im Einzelfalle schwer zu unter-

Digitized by Google

scheiden, welchem Umstande eintretende Mängel zuzuschreiben seien. Jedenfalls entspringen die Vortheile der Verwandtschaftszucht nur aus den besseren Eigenschaften der verwandten Thiere, während die Nachtheile vielleicht nicht nur aus deren Besonderheiten, sondern aus der Verwandtschaft an sich entspringen. Bei vorhandenen Fehlern ist Verwandtschaftszucht sehr bedenklich; sie werden, da die Ausgleichung fehlt, leicht gesteigert. Bei Zuchten aus sehr berühmten Hengsten, dem Highflyer des Lord Derby, dem Morwickball des Graf Plessen zu Ivenack, dem Turkmainatty in Trakehnen, in den andalusischen Gestüten, im hannöverschen Gestüte Memsen für gleichfarbige Pferde, Isabellen, Schimmel, ist die Verwandtschaftspaarung wesentlich unglücklich gewesen. Dagegen züchteten bei Schafen und Rindern die berühmten englischen Züchter Bakewell und Colling vielfach in Verwandtschaft und die berühmte Kuh Clarissa hatte $^{15}/_{16}$ vom Vater, das heisst, sie war Ururenkelin, Urenkelin, Enkelin und Tochter desselben Farren. Man darf bestimmte Gestütsprodukte von Jahrzehnte hindurch konformer Erscheinung, wie etwa schwarze Trakehner, doch nicht als ausschliessliche Reinzuchtprodukte betrachten, man hat für solche Gestüte aus sehr verschiednen Gegenden immer wieder neue Hengste eingeführt. Ebenso wenig sind englische Shorthornrinder, frühreife Schafe und Schweine aus reiner Verwandtschaftszucht hervorgegangen. Die berühmten englischen Vollblutpferde beruhen, vom Aelteren abgesehen, auf von Carl II. 1680 eingeführten zwölf maurisch-berberischen Stuten, dem Berberhengst Godolphin, dem Araberhengst Darley und dem Turkmannenhengst Byerly. Man kann also in allen diesen Fällen aus dem Gedeihen einer Vollblutzucht nicht das der eigentlichen Verwandtschaftszucht erschliessen; wie man auch nicht umgekehrt aus dem Verkommen der Verwandtschaftszucht in gewissen Rassen das der Verwandtschaftszucht überhaupt erschliessen darf. Für solches haben wir schon der geringen Fruchtbarkeit der Sebright-Bantams gedacht; bei Shorthorn- und ähnlichen Rindviehrassen und bei Schweinen findet man viel Lungenkrankheiten, Tuberkeln, sogenannte Skropheln, Perlsucht, Verringerung der Fruchtbarkeit, bei Merinoschafen Verzwirnung der Wolle. Aber liegen nicht gleich in anderen Umständen mögliche Quellen, in der heruntergedrückten Grösse bei den Bantamzwerghühnern, also auch starker Aenderung des Eis; in der dauernden Stallhaltung und der Ueberanstrengung von Kreislauf und Athmung bei jenem Milchvieh, in der Verwendung des Nährmaterials für die Fettbildung, der Umhüllung der Eierstöcke durch Fett, der Verfettung der Muskulatur auch in angebornem Erbtheil bei den Schweinen? So meinen auch, nachdem man in der Regel die Ehen zwischen Blutsverwandten für bedenklich hielt, daraus Taubstummheit, Epilepsie herleitete, im gemeinen Urtheile wie in verschiednen wissenschaftlichen Berichten aus Frankreich und von Lewis aus Amerika, Bourgeois, nach Untersuchungen aus eigener Familie und andern 1859, und Perier, nach genauester Durch-

Digitized by Google

musterung aller Resultate aus sechsundzwanzig Ehen von Blutsverwandten, dass der Einfluss der Verwandtschaftsverbindung gut oder schlecht sei, je nachdem die betheiligten Individuen von konstitutionellen Krankheiten frei oder befallen sind. Darwin aber, wird in diesem Augenblicke von den Zeitungen berichtet, habe in London vorgetragen, es entstehe in England die Hälfte aller taubstummen und blödsinnigen Kinder aus Ehen von Geschwisterkindern. Während einige direkt eine Verringerung der Fruchtbarkeit aus der Verwandtschaftspaarung herleiten, kann man, wenn solche eintritt, sie auch auf der zunächst eingetretenen konstitutionellen Schwäche beruhend annehmen.

Nach allem diesen hat es bei Thieren noch nicht vollständig sicher gestellt werden können, dass ein gewisser, für die einzeln ungleich liegender Grad von Aehnlichkeit die günstigsten Bedingungen für die Fortpflanzung gewähre und dass ihm hierbei ein gewisser Grad von wirklicher Verwandtschaft gleich wirke oder worin das verschieden zu erachten sei, und ob jenseits eines bestimmten Punktes der Aehnlichkeit oder Verwandtschaft, wie nach der Verringerung, so nach der Vermehrung hin, sich die Fortpflanzungswahrscheinlichkeit verringere. Auch kann der Gegensatz, welcher sich zwischen Fruchtbarkeit und persönlichem Gedeihen in mancherlei Beziehungen herausstellt, weder über eine gewisse Gränze hinaus ausgedehnt und als ein absoluter betrachtet, noch einfach auf die besonderen und verwickelten Verhältnisse der geschlechtlichen Zeugung mit Brutpflege übertragen werden.

Die Untersuchungen an Pflanzen sind viel leichter und ergiebiger. Die Selbstbefruchtung zweigeschlechtlicher Blüthen ist gewiss die stärkste Verwandtschaftszucht. Caspary meint, dass sie wenigstens für manche Pflanzen die Regel sei und ohne Schaden lange ertragen werden könne. Darwin dagegen hat geglaubt von der Botanik aus den Satz aufstellen zu können, dass Zwitter sich nicht ewig in Selbstbefruchtung fortpflanzen, welcher Satz also auch auf Thiere gelten könnte. Jedenfalls zeigen gewisse dimorphe Pflanzen, Primula, Linum, Pulmonaria, und trimorphe, Lythrum salicaria, welche am deutlichsten den Einfluss von Verschiedenheit der Individuen für die Befruchtung bemessen lassen, Unterschiede für den Grad der Fruchtbarkeit einzelner Kreuzungen und den Vortheil der Verbindung verschieden Gestalteter. Auch Sachs meint, dass die geschlechtliche Vereinigung zu nahe verwandter Sexualzellen nachtheilig sei, um so mehr, je weiter die morphologische und sexuelle Differenzirung fortgeschritten sei. In der Vereinigung der männlichen und weiblichen Zelle überhaupt findet er das Motiv zur Entwicklung eines histologisch und morphologisch höher organisirten Pflanzenkörpers. Von besonderm Interesse sind deshalb auch bei Pflanzen die 1761 von Kölreuter, dann 1793 von Conrad Sprengel erkannten Einrichtungen, welche das Zusammenkommen der männlichen

Digitized by Google

Produkte mit den weiblichen derselben hermaphroditischen Blüthe hindern oder erschweren; theils ungleichzeitige Reife, Dichogamie, welche auch bei hermaphroditischen Thieren gemein ist, theils mechanische Hindernisse, z. B. Heterostylie, ungleiche Länge von Filamenten und Griffeln, theils physiologische Unwirksamkeit. Für die Begegnung getrennt entstandener Geschlechtsprodukte sorgen dann theils ausschnellende Pollenwölkchen, theils der Wind, besonders aber auch die Nektar suchenden, Staub übertragenden Insekten, welche dadurch nach Darwin's Untersuchungen und Theorien in ausgezeichneter Weise auf die Gestaltung der Pflanzenwelt eingewirkt haben und ebenso an sich die Folgen dieser Beziehungen erlitten.

Man hat die Fruchtbarkeit und das Gedeihen durch die Generationen speziell zur Entscheidung der Frage anzuwenden versucht, ob das Menschengeschlecht verschiedene Arten oder nur verschiedene Rassen enthalte. Auch hier sind die einzelnen Ergebnisse nicht gleichmässig genug, um eine entsprechende Entscheidung zu geben. K. E. v. Bär hat die Sache eingehender Untersuchung unterworfen. Ueberall werden Mischlinge erzeugt. Einige haben eine grosse Lebensenergie und ihre Fruchtbarkeit lässt nichts zu wünschen übrig. So bilden die Bastarde von Holländern mit Hottentottinnen und Buschweibern das kräftige Volk der Griquas. Die Bastarde der Neger und Indianer am Amazonenstrom, Zambos und Kafuzos, sind weit zahlreicher als die Stammrassen. Die Mischlinge der englischen Matrosen mit den Tahitierinnen waren ohne Zweifel fruchtbar. Andre erliegen nach einigen Generationen, so die zahlreichen Abkömmlinge der Holländer mit malayischen Mädchen, die Liplapen, oder erreichen nicht einmal solche, wie es von Europäern mit Australnegerinnen behauptet wird. Diese Beobachtungen sind jedoch durchaus nicht rein, die moralischen Verhältnisse sind oft deprimirender als die physischen und vernichten die reinen eingebornen Bevölkerungen, welche mit einer Kultur, der sie nicht gewachsen sind, plötzlich in Berührung kommen, ebenso rasch als die augenscheinlich solchen noch mehr ausgesetzten Mischlinge. So erlagen die Tasmanier und Andere auch an sich dem Branntwein und den Seuchen, Pocken und Syphilis, welche über uncivilisirte und im Laufe der Generationen nicht schon mit ihnen geimpfte, hülflose Völker mit furchtbarer Gewalt herfallen. 1872 und 1873 starben in New-Orleans auf je tausend weisse Kinder unter zwei Jahren nur 154 und 181, an farbigen 298 und 335, fast die doppelte Mortalität. Dass jene Nebenumstände für den schlimmen Ausgang nicht ohne Bedeutung sind, wird besonders klar durch einzelne Fälle guter Fruchtbarkeit bei den genannten sonst verderblich erachteten Kreuzungen. Der von Sidney entsprungene Sträfling Buckley soll mit Australnegerinnen eine Menge Bastarde erzeugt haben. Dass häufig solche nicht in den gewöhnlichen Verhältnissen erzeugte Kinder getödtet oder schlecht ernährt werden, auch dass z. B. die Malayinnen, wenn sie die Konkubinate eingehen, fast noch unreif sind, oft zwölf-

Digitized by Google

jährig*), käme auch in Betracht. Es ist betont worden, dass in einigen Fällen eine Menschenrasse mit einer zweiten sich besser verband als mit einer dritten. Namentlich sollen die von Romanen und Arabern mit Negerinnen erzeugten Mulatten bessere Aussichten haben als die von Germanen. Die Kreuzungen nordamerikanischer Indianer mit Europäern haben meist sehr schlechte, zuweilen ganz gute Resultate ergeben. Wenn man bei den besonderen Verhältnissen kaum mit Bestimmtheit sagen kann, ob ein Theil der unglücklichen Schicksale solcher Bastardvölker direkt physisch auf den Ursprung aus Kreuzung, sei es durch Abschwächung der Lebensenergie, sei es durch Verringerung der Fruchtbarkeit, zu schieben sei, so ist wenigstens geschichtlich öfter ein von einem andern überzogenes Volk vor ihm erlegen, ohne erhebliche Spuren seiner Untermischung gelassen zu haben. Die Entwicklung verschiedener Völker ist mehr durch Spaltung als durch Vermischung zu erklären.

Unsere Hausthiere, indem sie sich mit einander zu paaren pflegen ohne ersichtliche Rücksicht auf beträchtliche Unterschiede innerhalb der zur Art verbundenen Menge, wobei die besonderen Fruchtbarkeitsverhältnisse einzelner Kreuzungsweisen keineswegs gehörig studirt wurden, haben Veranlassung gegeben, den Rassenbegriff dem Artbegriff damit entgegenzusetzen, dass eben Rassen trotz der ersichtlichen Unterschiede unbegränzt untereinander fruchtbar seien. Man charakterisirt einzelne Rassen nach hervorragenden Eigenschaften oder Eigenschaftskomplexen, wenn dieselben in Vererbung ausdauern. Auf das, was aus ihrer Mannigfaltigkeit für ihren Ursprung weiter erhelle, haben wir später zurückzukommen. Wenn wir mit Agassiz annehmen wollten, Thiere seien für jede Schöpfungsperiode mit gleichbleibender Gestalt, die heutigen, so wie sie jetzt sind, geschaffen, aber nicht in Paaren, sondern in ähnlichen Mengen, wie sie heute leben, so bestände für das Kriterium des Artzusammenhangs eine nothwendige Verbindung zwischen Gleichbeschaffenheit und Fruchtbarkeit unter einander einerseits und Abstammung andrerseits nicht, aus jenen könnte auf diese nicht geschlossen werden.

Wir haben in der Behandlung der Versuche, den Artbegriff zu befestigen, an mehreren Stellen vorgegriffen und kehren zurück zur Zeit Cuvier's, der mit Brogniart mit der Erkenntniss der Verschiedenheit der Organismen verschiedener Schöpfungsperioden die These der Unveränderlichkeit der Art für die Zeit ihrer Existenz vergesellschaftet hatte. Die

*) Dalton sah bei den Boyars in Bengalen ein elfjähriges Ehepaar. Bei dem an Ceremonieen reichen Stamme der Dieyerie in Australien, nördlich Adelaide, sind die Ehen innerhalb der einzelnen Zweige des Stammes, welche besondere Namen führen, verboten. Ihr Mythus erzählt, dass diese Vorschrift eingeführt worden sei, nachdem aus Familienheirathen üble Folgen entstanden waren.

Digitized by Google

Geologie ging mit Riesenschritten ihren Weg und es wurde nöthig die Sonderung fossilführender Schichten immer weiter zu führen. Lehmann, zugleich einer der ersten, welche aussprachen, dass eine genaue Kenntniss der Erdschichten einen Führer für den Bergbau abgeben könne, eine Geographia subterranea, hatte in seiner Geschichte von den Flötzgebirgen 1756 von den primitiven, krystallinischen, versteinerungslosen Gesteinen die sekundären unterschieden als solche, welche eine Entstehung aus früher bestandenen in Niederschlägen aus dem Wasser zur Zeit der Anwesenheit organischer Naturprodukte verriethen. Die Werner'sche Schule unterschied von diesen die Neu-Flötzgebirge; das wurde übertragen in Tertiärgebirge, welche die oberflächlichen sogenannten Diluvialprodukte umfassen sollten, namentlich von Brocchi im Subappennin vom eigentlichen Appennin geschieden, dem Lebenden in ihren Fossilen näher, aber auch schon dort nicht in ihrer besondern Art als universell, sondern als von ähnlichen Bildungen andrer Orte verschieden erkannt. Schon etwas eher betonte Parkinson 1811, dass eine dieser Tertiärlagen in England, welche bis zur Kreide herunter zusammengefasst eine unerwartete Fülle organischer Reste zeigten, der Suffolk Crag, den Pariser Lagern gegenüber verschieden sei und für beide ein ungleiches Alter angenommen werden müsse. Während bereits von den sekundären Lagern, spätern paläozoischen des Philipps, das Uebergangsgestein und von dem Tertiären das Postdiluviale, Quaternäre oder Quartäre, abgetrennt, also eine Fünftheilung eingeführt worden war, ging Elie de Beaumont zunächst auf sieben, dann auf zwölf, dann fünfzehn Lagen mit verschiednen Schöpfungen und glaubte deren endlich sechszig oder gar hundert annehmen zu sollen. Die Spezialsündfluthstheorie Cuvier's war damit hinfällig, aber man fand überhaupt Schwierigkeit festzuhalten, dass alle diese Schöpfungen durch gewaltige Erdstörungen getrennt, gänzlich aus Vernichtung neu geworden seien. Mit dem Materiale an Fossilen ging es sehr bald wie mit dem in den Museen aus lebender Schöpfung Aufbewahrten; je mehr es sich häufte, um so mehr wuchsen die Zweifel an der Spezifizität der einzelnen Schöpfungen.

Den ausdrücklichen Bruch mit der Vergangenheit haben wir Lyell zu verdanken, welchen man mit Recht den Vater der neueren Geologie genannt hat. Nachdem dieser 1830 in seinen Principles of geology nachgewiesen, dass die jetzt auf der Erde waltenden Kräfte ausreichend seien, mit ihnen unter Hülfe grosser Zeiträume die Effekte an der Erdoberfläche überall zu erklären, und so die Theorie der grossen Erschütterungen von geologischer Seite her überflüssig geworden war, suchte er das biologisch auszuführen durch den Beweis des Voranlebens zahlreicher Organismen über die vermeintlich durch die Kataklysmen gebildeten Abschnitte hinaus und gab dem Ausdruck und Nutzanwendung durch die Klassifikation jener tertiären Lager nach der Vertretung der Schalen noch lebender Molluskenarten in ihnen.

Digitized by Google

Nach den mit Deshayes 1833 veröffentlichten Ergebnissen aus der Untersuchung von 3000 tertiären Fossilen und 5000 Schalen lebender Weichthiere ergab sich, dass von den Weichthieren, deren Schalen sich finden in:
den untern Tertiärlagern von London und Paris, noch: 3,5%
von denen in den mittlern Tertiärlagern der Loire und Gironde: 17,0%
und von denen in den Subappenninschichten: 35—50,0%
unter den Lebenden vertreten sind. In den aus dem Meere aufsteigenden Bergen Siziliens sind sogar 90—95% der fossilen Schalen recent. So gab Lyell nach dem Auftauchen, der Zunahme, der reichlichen Vertretung lebender Konchylien den Abtheilungen der Tertiärformation die Namen: Eocän, Miocän, Alt- und Neupliocän oder statt des letztern 1839 Pleistocän, welcher Ausdruck durch Forbes auf die nachtertiären Schichten übertragen wurde.

Die neuen Entdeckungen waren in der direktesten Weise aus den Untersuchungen herausgewachsen, welche die Verschiedenheit fossiler Organismen von den lebenden bewiesen hatten, sie beruhten selbst noch auf der Anerkennung der Artunterscheidung. Aber, indem sie die Aehnlichkeit der aufeinanderfolgenden Stationen der Schöpfung umgekehrt proportional zeigten der zeitlichen Entfernung, machten sie, zugleich gestützt auf die Aenderung des geologischen Verständnisses, es äusserst wahrscheinlich, dass es sich nicht etwa um Neuschöpfungen handle, welche den vorausgegangenen wegen der ähnlichen äussern Umstände etwas ähnlich, aber doch von ihnen unabhängig entstanden und durch vollständige Vernichtung des Alten abgetrennt seien, vielmehr um ein wirkliches Ueberleben von Formen über die vermeintlichen Gränzen einer geologischen Epoche hinüber. Damit war die biologische Trennung der Epochen aufgehoben und musste ebenso die vermeintliche Identität innerhalb derselben fallen. Man sah nicht mehr, wie etwa Buffon, eine reich anfangende Schöpfung allmählich verarmen, sondern unter Vertauschung des Einen gegen das Andre sich in Umfang wesentlich gleich bleiben, aber an Inhalt neu werden. Jede Art schien ihre Dauer zu haben, nicht gleich lang, nicht gleich beginnend oder endend, für die verschiedenen nicht nothwendig zugleich abschliessend mit einer durch die Besonderheiten der Erdschichte bezeichneten Epoche. Zu den Uebergängen, welche man zwischen den Lebenden selbst mit der Bereicherung des Materials entdeckte, kam, dass sich das Fossile überhaupt mit Bindegliedern einschob zwischen das Lebende, in dessen System passend, es füllend; und für die grossen Lücken im Beweise, dass neue Epochen nicht auf Neuschöpfung, sondern auf Umbildung beruhten, gab reiche Entschuldigung, dass Vieles überhaupt nicht fossil geworden, von den Fossilien aber Vieles in der Zerstörung der Gebirge wieder mit zerstört sei, Andres noch in den Tiefen der Erde und auf dem Boden des Meers der Aufdeckung harre. 1831 sprach Omalius d'Halloy die Meinung aus, neue Arten

Digitized by Google

seien wahrscheinlicher durch Descendenz, mit Abänderung des alten Charakters, als einzeln geschaffen worden, 1836 Leopold von Buch, dass Varietäten langsam zu Arten würden. Herbert betrachtete es 1837 als durch die Gärtnerei dargethan, dass die Arten der Pflanzen nur höhere und gesicherte Stufen der Variation seien. Die ungenannte Verfasserin der von 1844 an in vielen Auflagen erschienenen von Carl Vogt 1851 übersetzten Vestiges of creation, Mrs. Robert Chambers, nahm an, dass die Arten nicht unveränderlich, vielmehr die Reihen beseelter Wesen entstanden seien durch einen in der Organisation erhebenden und einen in der Uebereinstimmung mit den äusseren Bedingungen abändernden Impuls, ausgehend von Infusorien oder Milben ähnlichen Produkten der Erdmaterie in Urzeugung, der Mensch durchgehend durch Delphin, Faulthier, Fledermaus, Affe und Frosch. Herbert Spencer dehnte folgerichtig die Theorie der Entwicklung organischer Wesen durch den Wechsel der Umstände aus auf deren psychische Eigenschaften und Nandin verglich 1852 die Entstehung der Arten in der Natur der der Varietäten in der Kultur.

Besonders starken Eindruck zu Gunsten der Annahme einer Veränderlichkeit der Schöpfung machten die Einzelfälle, in welchen gänzliches Verschwinden einer Thierart oder eine solche Verringerung und räumliche Einengung nachgewiesen wurde, dass das Aussterben sicher bevorzustehen schien, theils aus neuester, theils kurz vergangener, theils vorhistorischer Zeit, während in anderen Fällen ein Aussterben nur durch besondere Maassregeln verhindert worden war. Da war der grosse Alk, Alca oder Plautus impennis, von den alten Jütländern zahlreich verspeist, 1790 noch im Kieler Hafen, mehrfach bei den Orkney's und Far-öer, 1822 an der schottischen Küste, 1837 bei Friedrichsstadt, 1848 bei Wardoe in Norwegen erlegt, in Resten eingebettet im Schutte der Küste von Virginien und Neufoundland, einst weitverbreitet. Auf die Eilande nahe den Küsten des vulkanischen Island zurückgedrängt, die Gyrfuglskären, scheint er dort durch gierige Fischer und vulkanische Eruptionen bis auf das letzte Stück vernichtet. Rhytina Stelleri, ein pflanzenfressendes Walthier von 300 Pud oder 9000 Pfund Gewicht, einst, wie die Ueberreste beweisen, mindestens über die Aleutischen Inseln und die Kupferinsel bis 52° N. verbreitet, wurde 1742 an der Berings-Insel entdeckt und vom Schiffsarzt Steller beschrieben. Diese Art war bis 1768 so vollständig vernichtet, dass die russische Regierung neulich nur mit grosser Mühe einige alte Skelete zusammentreiben konnte. Von der Insel Mauritius oder Isle de France, 1507 von den Portugiesen als Cirne, später als Ilha dos cisnes, Schwaneninsel, vermerkt, beschrieb van Neck 1598 die Dronte, Didus ineptus. Von 1644 wurde die Insel kultivirt und seit einer Nachricht Harry's von 1679 ist der Vogel verschollen; wenige Bruchstücke in alten Sammlungen und mühsam aufgesuchte Abbildungen gaben allein Nachricht, bis man in einem Sumpfe, Mare aux

Digitized by Google

songes, neuerdings viele Knochen fand. Es sind überhaupt am meisten die kurzflüglichen Vögel, welche das Loos des Aussterbens getroffen hat. Wie den grossen Alk und die Dronte, so eine der letztern nahe verwandte Art den Didus nazarenus, den Solitär, Pezophaps solitaria, und einen Papagei, Psittacus Roderianus, von Rodriguez, Notornis coerulescens von Bourbon und Porphyrio gigantea von mehreren Inseln der Maskarenengruppe, alle mehr oder weniger kenntlich von den alten Seefahrern beschrieben, Gallinula alba auf Norfolk und Howe, ein Rohrhuhn der Sandwichsinseln. Auch glaubt man nach den Nachrichten des Marco Polo über die grossen Eier, welche die Malegassen als Gefässe nach Arabien brachten, dass zu seiner Zeit der Aepyornis, dessen schuhlange Eier man jetzt fossil findet und zu tausend Thalern ansetzt, noch gelebt habe. In Mengen lieferte Neuseeland Reste von Vögeln, welche ersichtlich noch bis vor sehr kurzer Zeit gelebt haben, in der Erinnerung der Eingebornen fortleben und Hoffnung geben, man werde einzelne noch lebend finden, wie man Notornis Mantelli erst nur fossil kannte, dann einmal in zwei Exemplaren lebend fand. Die ersten Knochen neuseeländischer Riesenvögel kamen 1839 nach London. Den unermüdlichen Nachforschungen von Haast und den ebenso unermüdlichen Untersuchungen Owen's verdankt die Wissenschaft heute einen ungeheuren Schatz davon. Von der Gattung Dinornis beschrieb Owen fünfzehn Arten. Vom Riesen unter den Riesen, D. maximus, maassen Ober- und Unterschenkel zusammen 57,6 englische Zoll, so dass man mit dem Laufbein rechnen kann, dass der Vogel bis zum Hüftgelenk bei gestrecktem Fuss über sechs Fuss mass, wozu ziemlich eben so viel, oder wenn wir die Haltung des Emu zu Grunde legen, noch mehr bis zum Scheitel zuzurechnen wäre. Die Torfe und Sümpfe der Südinsel, welcher die dickbeinigen Formen zukamen, haben die Knochen am besten erhalten, selbst Haut, Federspulen, Sehnen, Knorpel und Eischalen mit junger Brut, trotz des neuern Ursprungs Fossile grösster Bedeutung, Schlüssel der Jetztwelt. Ausser diesen Moavögeln fand Haast einen Riesenpinguin, Palaeeudyptes antarcticus, und einen Adler, doppelt so gross als der lebende Keilschwanzadler Australiens, dessen Nester als riesige Landmarken stehn, den Harpagornis Moorei. Neben den Resten der Dronte und des Solitair bergen die Sümpfe von Mauritius und Rodriguez zahlreich die von Riesenlandschildkröten, für beide Inseln nicht erheblich verschieden, von denen die kleine Maskareneninsel Aldabra noch eine sehr verschiedne besitzt, während der Untergegangenen nächste Verwandte den Galopagos angehört, welche vier Arten hatten und zum Theil noch haben.

Wo blieben die getrennten Schöpfungen, wenn von den Konchylien, welche sich mit ähnlichen Riesenvögeln, Dromaeus australis, und Beutelthieren von der Grösse der Elephanten, Diprotodon, zusammen fossil finden, heute noch zahlreiche Individuen im Condamine und seinen Nebenflüssen leben und den Australnegern zur Speise dienen? Traten nicht jetzt auch aus halb mythi-

Digitized by Google

schem Dunkel die grossen Thiere deutlicher hervor, welche unsere Altvordern jagten, Elche und Schelche, Ure und Wiesente, die einen verdrängt, die anderen ganz begraben im Schutte, Kies und Sand und dem Kalksinter der Höhlen, der Riesenhirsch, Megacerus hibernicus, am Rhein wie in den irischen Mooren, der Bos primigenius und der Ursus spelaeus, selbst Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus mit Spuren menschlicher Arbeit an Geweihen, Knochen und Zähnen? Dass noch heute Nordasiaten ihre Schlittenhunde mit dem Fleische der in gefrorenen Ufern der Lena und andrer Flüsse und der Küsten eingebetteten Elephantenleiber füttern und deren Zähne in den Handel liefern, vermittelt zu jenen früheren Zeiten. Die Vorwelt wurde lebendig, als die jetzigen Thiere zeigten, dass sie auszusterben im Stande seien*). Auch entdeckte man in gewissen Ländern und Meeren Thierformen, welche nach Maass ihrer Verwandtschaft mit dem, was sich etwa gewöhnlich lebend oder fossil fand, lange vergangenen Zeiten angehörten: die erst von Cook's Reisen an besser bekannten australischen Beutler, von den Küsten desselben Landes die Cestracionhaie, von Amerika besondere Ganoidfische, aus dem Antillenmeere und anderen Tiefen Pentacrinus, Lilienstrahler, selbst die Comatula und der Antedon europäischer Meere. Die Unterschiede auf der heutigen Erdoberfläche erschienen damit gleich denen weit aus einander stehender Epochen. 1855 stellte sich schon Alfonse de Candolle die Aufgabe, die Begründung der Pflanzenverbreitung aus der Verbindung gegenwärtiger und vergangener Bedingungen zu gewinnen, so dass sie mit Paläontologie und Geologie an der Lösung der Frage über die organische Folge arbeiten könne und stellte namentlich fest, dass ausser den jetzt wirksamen Umständen solche gewirkt haben müssten, welche wir heute nicht mehr erkennen könnten: so für den Reichthum der Südspitze Afrika's, für die Eigenthümlichkeiten Australiens. Umwandlung von Kontinenten in Inseln musste deren individualisirte Entwicklung in Artenauflösung, konnte aber für andere Arten Vernichtung bringen; ihre Verschmelzung konnte einzelne von jenen mächtiger entfalten, liess aber andere durch Ueberwucherung und mancherlei Schicksale zu Grunde gehn. Ziegen vernichteten Theile der Flora von S. Helena, ein Blattkäfer den Sandelbaum auf Juan Fernandez. Forbes in Entwickelung einer Idee von Wilson erkannte, dass die brittische Flora, bei wechselnder Lösung und Verbindung in Oszillation des Bodens, aus Kontingenten von Spanien, Frankreich, Deutschland und dem

*) Auf die Unterscheidung zweier Krokodile, Crocodilus laciniatus und lacunosus, aus den Katakomben Rom's durch Geoffroy St. Hilaire darf wohl kein hoher Werth gelegt werden. Aegyptische religiöse Zeremonien, die Schauspiele der Amphitheater, Privatliebhaberei können vielfach Krokodile nach Rom gebracht haben und die Artunterscheidung ist zu subtil, als dass man bestimmt glauben dürfte, hiermit eingeborene italische Krokodile zu haben. Allerdings hat das gelobte Land nach neuern Nachrichten deren noch heute.

Digitized by Google

Norden erst nach dem Eocänen, dann während der Eiszeit und endlich nach der Eiszeit in der quaternären Zeit hervorgegangen sei.

Nach allem Diesem würde es nicht gerechtfertigt sein, mit Darwin's Auftreten eine ganz neue Zeit für die Frage von der Art beginnend zu denken. Das Prinzip der Unveränderlichkeit der Art, sei es mit der Theorie Linné's, aus Erschaffung einmal je eines Pärleins, sei es mit der von Cuvier, in mehrfacher Schöpfungsfolge, sei es mit dieser in der Modifikation von L. Agassiz, in Schöpfungen grosser Zahlen jeder Art geordnet nach faunalen und floralen Zentren, war nie unangefochten gewesen. Um das Jahr 1859 aber waren gewiss Alle, welche einen Ueberblick über den Formenreichthum hatten, so sehr sie wünschen mochten und mussten, die Beschreibbarkeit festzuhalten, damit sehr vertraut, dass eine Artbeschreibung nur eine sehr unvollkommene Darstellung der Thatsachen bilde, und, wenn man selbst noch Varietäten in Menge beifüge, doch der Veränderlichkeit nicht voll gerecht werden könne; aber auch, dass die Veränderungen von äusseren Umständen abhingen. Für das Letztere waren die Thatsachen zwar keineswegs gehörig untersucht, die Theorieen meist ganz unbestimmt. Aber wenigstens erkannten fast Alle, dass Ausdrücke wie vorgedachter Plan, zweckmässige Einrichtung mehr präjudizirlich als nützlich und zu vermeiden seien und es erregte nicht geringes Aufsehen, als ein Naturforscher von grossem Verdienst, Louis Agassiz, diesen Boden mit schärfster Betonung und Wiederholung in den Contributions to the natural history of the united states festhielt. Sachs meint freilich, die Wissenschaft hat nicht die Worte, sondern die durch sie bezeichneten Begriffe zu klären, aber Worte und Begriffe gehen zusammen.

Ein Abschnitt wurde jedoch durch Darwin damit gemacht, dass er einen höchst interessanten und ganz bestimmten Weg zeigte, wie es geschehen könne, dass in der Entwicklung von Arten aus einander oder Eigenschaften aus einander die erworbenen Eigenschaften nützliche seien, dass er also das Räthsel des planmässigen Zusammenhangs, des Ineinanderpassens, der Vortrefflichkeit, der Zweckmässigkeit nach altem Ausdruck in der Schöpfung löste und zwar dahin, dass der Effekt selbst die Eigenschaft trug und neu erzeugte, dass dasjenige, was geschieht, Effekte hat, durch welche die Kontinuität jenes Geschehens erzielt wird. Was in dieser Richtung die Wahrscheinlichkeit vermehrt, ist dem Einzelnen für seine und seiner Nachkommen Lebensentfaltung und damit sich selbst nützlich. Darwin hat einen grossen Regulator dafür nachgewiesen, dass sich das Leben gestalte, wie es ist; einen Regulator, welcher allerdings nicht das Einzelne gleichmässig, sondern veränderlich macht, weil es im veränderlichen Ganzen steht.

Digitized by Google

Darwin und unsere Zeit.

Charles Darwin, 1809 zu Shrewsbury geboren, war als jugendlicher Theilnehmer der Weltumsegelung des Schiffes Beagle unter den massenhaften Eindrücken der Organismen des amerikanischen Kontinentes, lebender wie fossiler, und der westlich und östlich sich anlehnenden Inseln, von welchen die Galopagos sich durch Besonderheit der Bewohner auszeichnen, von den Beziehungen zwischen den kontinentalen Formen für die Reihe von Nord nach Süd, von den Aehnlichkeiten und Abweichungen der insulären, von der besonders gewaltigen Vertretung jetzt geringer gewordener Faunal-Antheile in vergangener Zeit, von den Urständen der Menschheit bei den armseligen Feuerländern mächtig angeregt worden. Die faunale Vertheilung hatte in ihn den zündenden Funken geworfen für Verständniss der organischen Welt nach einem innern Zusammenhang, nach der Ableitung ihrer Glieder aus einander. Danach setzte er sich in einer musterhaften spezifischen Bearbeitung der grade an einem entscheidenden Punkte angekommnen cirripedischen Krebse ein Denkmal eingehendster systematischer zoologischer Arbeit.

Wir legen darauf Denjenigen gegenüber grossen Werth, welche sich zu der Ansicht verleiten lassen möchten, es sei wichtiger über Prinzipien zu philosophiren als die Thatsachen im Einzelnen zu studiren. Man darf nie vergessen, dass nur die Thatsachen einen fruchtbaren Boden für die Abstraktionen bilden und dass man, um jene zu beherrschen, sich selbst in ihnen bewegt haben und fortwährend bewegen muss. Allerdings kann man nicht überall den Ballast der Einzelheiten mit schleppen, aber es ist die Aufgabe, daraus zu erbauen. Das Einzelne kann zuweilen wenig nützlich sein, es kann damit Zeit verschwendet werden, aber das Verachten des Einzelnen muss auf Irrwege führen. Grade diejenigen, welche die heutige naturphilosophische Auffassung der älteren so vertrauensvoll entgegensetzen und weit überlegen erachten, sollten bedenken, dass dieselbe ihre Vorzüge weniger dem Uebergewicht der Logik als dem an thatsächlicher Kenntniss verdankt.

Weiter entscheidend war für Darwin's Richtung der energische Betrieb der Zucht edler Hausthierrassen in England, welche, wie für Vollblutpferde seit zweihundert, für Rinder seit fast hundert Jahren, so heute für fast alle Arten an Kleinvieh und Geflügel die anderen Länder der Erde, wie in praktischer Ausführung, so auch in wissenschaftlicher Behandlung überragt. Solcher, welche er im Kleinen auf seinem Landsitz Down von 1842 an selbst verfolgte, gesellte er originelle Untersuchungen und Versuche an Pflanzen, welche namentlich das über die Besonderheiten bei der Fortpflanzung Mitgetheilte erweiterten.

Digitized by Google

Hauptsächlich leitend erschien Darwin das Prinzip der Konkurrenz, welches für die Beziehungen in den Eigenschaften organischer Wesen gegenüber der Aussenwelt de Candolle, Lyell, Herbert Spencer aufgestellt und aus welchem Malthus in seinen checks*) of population die Auswahl als nothwendige Konsequenz für das Menschengeschlecht hergeleitet hatte. Spencer hatte bereits 1852 für die vorzugsweise geschehende Erhaltung der vorzüglicheren Varietäten den Ausdruck gewählt: Ueberlebung des Passendsten. Buffon hatte allerdings das Vergehen des Unpassenden, Lamarck die Wirksamkeit der Beziehungen zur Aussenwelt, Geoffroy die direkte Einwirkung dieser, Alle also eine Einwirkung der äusseren Umstände auf die organische Welt betont, aber die Theorie, dass weniger Passendes nicht etwa direkt den äusseren Umständen, sondern wesentlich wegen der Konkurrenz des Passenderen erliege und dass so den äusseren Umständen mehr eine Auswahl unter den Organismen oder deren Eigenschaften als direkt die Herstellung derselben zuzuschreiben sei, war wesentlich neu. Am nächsten war dem von den Aelteren Maupertuis gekommen. Darwin hatte über zwanzig Jahre lang im Stillen in diesem Sinne Materialien zur Aufklärung des Geheimnisses der Entstehung und Begränzung der Arten gesammelt, bevor er durch einen besonderen Zwischenfall zur ersten Veröffentlichung veranlasst wurde.

Alfred R. Wallace war 1847 mit Henry W. Bates nach dem Amazonenstrom aufgebrochen, um das Problem des Ursprungs der Art zu lösen. Bates blieb bis 1859 dort, vorzüglich bei Ega sammelnd; Wallace ging bald nach dem malayischen Archipel, dem Lande der Orangs und Paradiesvögel, wo er bis 1862 blieb. Man wusste schon, dass diese tropischen Gebiete, das eine ein weites, mit Urwald bedecktes, aber doch, wie durch Gebirge, so auch durch zahlreiche Ströme und die seine Niederungen mit Querverbindungen durchschneidenden Kanäle in den wechselnden Wasserständen semestraler Regenzeiten vielfach gegliedertes Festland, das andere eine Inselgruppe, in welcher die Verwandtschaften und Unähnlichkeiten der einzelnen Faunen keineswegs proportional sind den jetzigen Abständen der Inseln von einander oder vom Festlande Hinterindiens, und so den Werth der Trennungen und Landverbindungen für die faunale Uebereinstimmung, nach dem Prinzipe der Faunalzentren, ganz ungleich erscheinen liessen, beide sich durch eine starke Vertretung von Thierformen auszeichneten, in welchen es schwierig ist, die Arten bestimmt von einander zu scheiden, gute Arten zu machen. Von Ternate sandte 1858 Wallace an Darwin eine Arbeit „on the tendency of varieties to depart indefinitely from original type". Indem Wallace das Verhält-

*) check ist Einhalt, Zaun, Schranke, Hinderniss; wohl am besten zu übersetzen „die Regulirung der Bevölkerung".

Digitized by Google

niss der Zahlen an Individuen in den Arten einerseits auf ihre Organisation, andererseits auf sich bietendes Futter und die Sicherheit zurückführte, wandte er die Theorie der Auswahl an. Da die thierische Bevölkerung einer Gegend trotz der ungeheueren Produktion an Individuen im Allgemeinen nur eine gegebene Masse bilden kann, stationär bleiben muss, immer niedergedrückt wird durch periodischen Mangel und andere Hemmnisse, so muss die relative Häufigkeit und Seltenheit sich nach der Organisation richten. Es besteht aber für die Organisation in der Natur eine unbeschränkte Tendenz zu progressivem Variiren vom ursprünglich Gegebenen, dem Typus. In Kombination dieser und der obigen Einengung muss das zumeist der Existenz Fähige an Stelle von Aussterbendem treten. Die kontinuirlichen Veränderungen, in kleinen Schritten und verschiedenen Richtungen vorgehend, immer wieder durch die Existenzbedingungen gehemmt und in's Gleichgewicht gebracht, erscheinen als genügende Ursachen für alle betreffs der organischen Körper vorkommende Phänomene, für Ausrottung, Aufeinanderfolge, für Modifikationen nicht nur in Gestalt, auch in Instinkten und Lebensgewohnheiten. Diese Betrachtung nimmt die auf die einzelne Form oder Art einwirkende Aussenwelt in einer bestimmten Richtung in Anspruch, nämlich mit besonderer Bezugnahme auf das Gesammtleben, das Ineinandergreifen eines örtlichen Schöpfungsantheils. Statt der solcher Zusammenpassung vorzüglich zu Grunde gelegten teleologischen Hypothesen wurde hiermit ein naturverständiger Ersatz geboten. Die Naturkörper machten sich ihre Beziehungen selbst, wie sie bei Lamarck sich selbst gemacht hatten; es wurde nichts mehr auf etwas ausser ihnen Stehendes zurückgeführt. Aber doch stand dahinter ein unerläuterter Faktor, die „Tendenz der Organisation zur Varietät". Indem die hierauf begründete Schule die von der Aussenwelt gegen die Variabilität geübte coarctatio, den check, betonte, liess sie zunächst mehr ausser Acht, dass es doch logisch unerlässlich sei, auch die tendency of variation, die Veränderlichkeit in den Eigenschaften, die ganze Eigenschaftlichkeit einschliesslich der Veränderlichkeit aus der Aussenwelt abzuleiten, diese nicht als einen Faktor, sondern als ein factum in Rechenschaft zu ziehen. Sie setzte die compulsio der Aussenwelt zurück. An zweiter Stelle tritt das dann allerdings schon in Darwin's erstem grossen Buche, stärker später bei ihm und der Schule hervor.

Auf Zureden geistesverwandter, ausgezeichneter, englischer gelehrter Freunde, namentlich Lyell's, Hooker's, Huxley's, je eines aus den drei „beschreibenden" Naturwissenschaften, entschloss sich Darwin, ein Kapitel aus seinen eigenen Notizen bei dieser Gelegenheit an die Oeffentlichkeit gelangen zu lassen: „On the tendency of species to form varieties and on the perpetuation of species and varieties by natural means of selection" in zwei Theilen: „The variation

Digitized by Google

of organic beings under domestication and in their natural state" und: „On the variations of organic beings in a state of nature; on the natural means of selection; on the comparison of domestic races and true species". Nach ausdrücklichem Zeugniss von Hooker und Lyell waren Darwin's Arbeiten unabhängig von Wallace, seit 1837 skizzirt, lange die Details vorbereitet, die Ansichten 1857 an Asa Gray mitgetheilt. Es hätte auch sonst Darwin unmöglich 1859 sein grosses Buch: Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein, folgen lassen können. Die Priorität von Wallace war eine mehr äusserliche.

Die Darwin'sche Lehre ruht auf drei Stützen. Dass Organismen veränderlich sind, variability, führt in den Schwierigkeiten, die Existenz zu sichern, in dem Kampfe um's Dasein, vielleicht besser, dem Kampf für's Sein, struggle for existence, zur Auswahl, natural selection. Aus den jeweilig gegebenen ungleichen Individuen oder aus den Eigenschaften, welche innerhalb der Variabilität zur Verfügung kommen, an Thieren wie an Pflanzen, sollen durch das bessere Gedeihen der passend ausgerüsteten in der mannigfachen Konkurrenz um's Dasein im freien Leben, so wie das durch die Bevorzugung unter der Hand des Menschen geschieht, die mehr förderlichen zum Siege kommen. Der Zwang der Natur arbeitet dabei strenger als der Mensch, welcher oft nach Launen, nach wenig gewichtigen Gründen, nach besonderen, nicht allseitigen Rücksichten wählt; welcher Dinge übersieht, die in der Natur nicht konsequenzlos sein können, welcher Formen durch seinen besondern Schutz erhält, die sonst unterliegen würden.

Im Einzelnen glaubte Darwin, ausgehend von den Abänderungen der Hausthiere die Ursachen der relativen Häufigkeit und des gewöhnlich grossen Umfangs solcher in den ungewöhnlichen und reichlichen Lebensbedingungen der Domestizirung suchen zu sollen. Die Einwirkung der verändernden Ursachen geschehe langsam aber dauernd, vorzüglich auf die Reproduktionsorgane und durch sie auf die Nachkommen, weniger direkt oder durch Vermittlung der Gewöhnung. Veränderlichkeit sei nicht eine nothwendige Eigenschaft unter allen Umständen. Die Wechselbeziehungen der Veränderungen seien zuweilen wunderlich: blauaugige Katzen seien stets taub.

Wir haben oben bemerkt, in welchem Sinne Veränderlichkeit als eine Eigenschaft angesehen werden muss, welche lebenden Körpern unerlässlich ist. Was das Zusammentreffen von Abweichungen betrifft, deren Zusammenhang uns zunächst dunkel und deshalb wunderlich ist, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass solche auf ebenfalls versteckten normalen Wechselbeziehungen oder Gleichwerthigkeiten in Bau und Geweben beruhen.

Digitized by Google

In solchen Fällen möchten Variabilität und Pathologie als Schlüssel für anatomisches und physiologisches Verständniss einzutreten vermögen.

Der Regel nach sei jede Eigenschaft mit den Modifikationen für Geschlecht und Lebensphasen erblich. Es sei namentlich unerwiesen, dass Kulturorganismen in Verwilderung ihre Eigenschaften nicht vererben, sondern zur Stammform zurückkehrten; es trete nur bei Verwilderung wie bei niederer Kultur die natürliche Zuchtwahl ebenso wie anderswo mit ihren Folgen ein*). Die Kulturrassen seien in sich weniger übereinstimmend, gegen einander weniger verschieden als die Arten im Naturstande; das sei der einzige Unterschied und es könne der Eine eine Art annehmen, wo der Andere von einer Rasse spreche. Da einzelne wenig veränderliche Formen domestizirt wurden, so können die Kulturrassen es nicht einer von vorn herein gegebenen vorzüglichen Veränderlichkeit verdanken, dass sie solche wurden.

Gegen das Letztere lässt sich einwenden, es spreche grade der Umstand, dass einige Hausthiere weniger veränderlich sind als andere, dafür, dass die Allen zu Theil gewordene Kultur nicht die einzige Ursache des grössern Maasses der Veränderlichkeit gewesen sei. Diejenigen Thiere, welche durch ihre grössere Veränderlichkeit im Stande waren, sich den verschiedenen Breiten und Höhen anzupassen oder verschiedenen Kulturzwecken zu dienen, waren ganz vorzüglich geeignet Hausthiere zu werden, wie sie der kosmopolitische Mensch brauchte, und erhielten den Vorzug.

Unsere Hausthiere stammen nach Darwin zum Theil von mehreren Arten; für die Taubenrassen aber gebe es einen guten Wahrscheinlichkeitsbeweis für Abstammung von einer Art.

Bei den Bedenken, welchen der Artbegriff im Vorausgehenden bereits begegnet ist, scheint es nicht entsprechend, die Frage so zu formuliren, vielmehr dahin: Lassen die Eigenschaften der Hausthiere und der ihnen ähnlichen wilden Formen eher die Meinung entstehen, es sei eine Zähmung nur in einer Gegend, möglicher Weise sogar ausgehend von einem einzigen Paare oder einer Familie, geschehen oder zu verschiedenen Zeiten, an ver-

---

*) Von den Ziegen, welche auf der Insel Molara in der Strasse von Bonifacio nördlich von Sardinien verwildert sind, hat das Heidelberger Museum neulich durch die Güte des Rektor de Candia und der Doktoren Kossmann und Gerlach einen etwa zwölfjährigen Bock erhalten. Derselbe hat grosse, weit aus einander gehende Hörner. Er ist am Leibe langhaarig schwarz mit einem weissen Fleck auf jeder Seite, aber das Rückenhaar ist grau gemischt. Die gelblich weissen oder in's Rehbraune ziehenden Färbungen der Schnauze, der Gegend über den Augen, der Ohren, ganz symmetrisch, und aller Füsse erinnern in hohem Grade an Steinböcke. Die Rasse scheint auf dem Wege zu einem wilden Kleide aber die Form, in welcher dieses auftritt, scheint mehr für eine Wirkung von Innen heraus, ein Erbtheil, als für einen Effekt aus Zuchtwahl zu sprechen. Jene Insel hat auch verwilderte Rinder.

Digitized by Google

schiedenen Orten und mit Material vor der Zähmung, dessen Verschiedenheiten mit in Rechnung gezogen werden mussten für die Verschiedenheiten der jetzigen Hausthiere? Für die Entscheidung dieser Frage aber sind die Prämissen sehr unvollständig. Auch in Gegenden, in welchen Zähmungen mit ersichtlichem Nutzen nicht zu Stande kamen, hat der Mensch die Neigung sich mit Thieren zu umgeben. Die Indianer am Amazonas halten als Hausthiere Affen, Pakos, Bisamschweine, Papageien, Pfefferfresser, Baumhühner, selbst Riesenschlangen. Ja den Anfang dazu giebt der Geselligkeitssinn der Affen. Nach der Natur des Menschen ist weiter anzunehmen, dass selbst in sehr alten Zeiten die bei Zähmung gemachten Erfahrungen über erwachsene Vortheile ziemlich rasch und weit Verbreitung fanden und das gezüchtete Material begierig eingetauscht wurde. Aber es genügte, die Zähmbarkeit gewisser Formen und den Nutzen kennen gelernt zu haben, um daraus Veranlassung zu nehmen, überall solche und ähnliche zu fangen und anzugewöhnen. Das dafür zur Verfügung stehende, wenn wir es so nennen wollen, Rohmaterial, könnten wir uns ebenso gut als einheitlich, an Hand sonstiger Erfahrung für Vorkommen und Verschiedenheiten in der Weise vorstellen, wie z. B. jetzt die Steinböcke der verschiedenen Gebirgsländer, der Sierra nevada, der Sierra di Gredoz, der Pyrenäen, des Monte-Rosastockes, des Caucasus, Abyssiniens u. s. w., oder wie die wilden Schafe des Himalaya, Zentralasiens, Sibiriens, der Felsgebirge. Für die jetzt Domestizirten stellt sich dann in den ursprünglichen Stämmen die Frage des Artbegriffs ganz und gar wie für die Wilden. Jedenfalls ist es gewiss, dass die Verbreitung des „Rohmaterials“, aus welchem die domestizirten Thiere gebildet wurden, kleiner gewesen ist, als die heutige der domestizirten Thiere selbst. Letztere haben den Menschen auf seinen Wanderungen begleitet und sind damit wohl veränderlicher geworden, als sie ursprünglich waren. Die Veränderungen der verschiedensten Art aber sind gehegt und gepflegt worden, der Kampf um's Dasein war für sie ein ganz anderer, die Veränderlichkeit sicherte die Existenz ihnen mehr als irgendwelchen andern. Der Nachweis der Existenz des Menschen in viel älteren Zeiten als man früher angenommen, lässt es möglich erscheinen, dass, wo man in unsern Gegenden Reste als von den wilden Stämmen unserer Hausthiere herrührend annahm, auch diese als mit den Kulturmenschen gekommen und dann theilweise verwildert anzusehen seien, so Rinder, Pferde, Hühner, während die wirklich wild vorhandenen Bison priscus, Bison europaeus, Ovibos moschatus, Equus fossilis, theils unter besonderen Verhältnissen ganz verschwanden, theils zurückgedrängt wurden, ohne je Hausthiere zu werden, die sehr früh erreicht gewesene Zähmung des Ren aber vor dem ausgiebigeren Hausthier und dem Wechsel des Klima's sich nach Norden verschob.

I s i d o r e G e o f f r o y S t. H i l a i r e hat, als er sich 1860 gegen die vom Abbée M a u p i e d aufgestellte Ansicht aussprach, dass die Hausthiere

Digitized by Google

von Natur als solche geschaffen seien, einige Einzelnheiten zusammengestellt. Von 140000 Thierarten, welche er annahm, seien nur 47 Hausthiere geworden, darunter 7 Insekten, 2 Fische, 17 Vögel, 21 Säuger. 29 seien asiatischen, 5 afrikanischen, 7 amerikanischen, 6 europäischen Ursprungs; die verschiedenen wie aus verschiedenen Ländern so zu verschiedenen Zeiten auserlesen. Vielleicht mit Ausnahme der Katze seien alle prähistorischen asiatisch: Hund, Pferd, Esel, Schwein, Kamel, Dromedar, Ziege, Schaf, Rind, Zebu, Taube, Huhn, Seidenraupe. Aus der historischen Zeit der Griechen seien 2 europäisch: Gans und Apis ligustica; 2 asiatisch: Fasan und Pfau; 1 afrikanisch: Perlhuhn; aus der römischen Zeit 2 europäisch: Kanin und Ente; 1 afrikanisch: Frettchen; aus unbestimmter Zeit 1 europäisch: Apis melifica; 1 asiatisch: Büffel*); 1 europäisch: Schwan; 5 asiatisch: Ren, Yak, Turteltaube, Goldfisch, Karpfen; 1 afrikanisch: ägyptische Biene; 3 amerikanisch: Meerschwein, Lama, Alpaka; aus moderner unbestimmter Zeit: Bos arni, Bos gayal, Anser cygnoides, 2 Seidenraupen, Cochenille; aus dem 16. Jahrhundert: Kanarienvogel, Truthahn, Moschusente: aus dem achtzehnten: kanadische Gans und drei Fasanen. Die hauptsächlichsten Hausthiere sind alle prähistorisch und waren sehr früh sehr weit verbreitet. Aehnlich wie vor dem Aufkommen des Muhammedanismus die Asiaten die Schweine bis Neuguinea verbreitet hatten, und die Europäer solche später nach Amerika, Australien, Neuseeland und den meisten polynesischen Inseln vorschoben, so brachten auch wohl in ältesten Zeiten alle Kulturvölker, wenn sie ein neues Land überzogen, möglichst ihre Hausthiere mit. Hätten wir bestimmteren Anhalt dafür, dass die wilden Pferde, die Tarpans der Tartaren oder die rauhhaarigen auf der Hochebene Pamer, oder die neuerdings von Stumm zwischen Aral und Kaspis in den Wüsten beobachteten, ursprünglich wild seien, oder dass die wilden Rinder des indischen Festlandes und der Inseln nicht ebenso gut verwildert seien, wie jetzt Heerden der Pampas, so würden wir aus der Verbreitung solcher Wilden einen guten Anhalt für die Hausthiere dafür haben, sie seien, wie menschliche Kultur, wesentlich aus Zentralasien gekommen und von dort nach verschiedenen Richtungen verbreitet worden.

Neuerliche Vorgänge beweisen aber, wie leicht in Zentralasien nach Kriegen Heerden wilder Pferde, Rinder, Kamele entstehen. Auch liegt in der Zusammenstellung der prähistorischen Hausthiere Einiges, welches annehmen lässt, auch diese seien zu ungleichen Zeiten Hausthiere geworden und im Ganzen in einer so frühen Zeit, dass seit derselben schon sehr wesentliche Umgestaltungen der Verhältnisse der Meere und Kontinente

*) Angeblich durch Attila in der ersten Hälfte des fünften Jahrhunderts nach Ungarn und am Schlusse jenes Jahrhunderts durch Agilulf nach Italien gekommen, also mit der Völkerwanderung.

Digitized by Google

stattgefunden haben und es schon deshalb nicht eigentlich korrekt wäre, sie gemeinsam auf ein Zentralasien zu beziehen, welches damals in der jetzigen Form gar nicht bestand. Auch möchte, wie für andere grosse Kulturerrungenschaften, so für den Erwerb der vorhistorischen Hausthiere es annehmbar scheinen, dass die einzelnen, wie zu verschiedener Zeit, so auch an verschiedenen Orten zur Domestikation gelangten und sich von diesen Stellen aus ungleichmässig verbreiteten. Von der Katze ist es bekannt, dass sie eine grössere Verbreitung in Europa erst in der zweiten Hälfte des Mittelalters erlangte, aber auch der Hund erscheint in den Pfahlbauten der Schweiz zuletzt unter den dortigen Hausthieren, während sein Gebrauch bei den Australnegern eher für eine frühe Zähmung zu sprechen scheint. Wie einmal die ganze Art, so kam ein anderes Mal eine neue Rasse mit einer neuen friedlichen oder kriegerischen Völkereinwanderung. Nach Rütimeyer erhielt sich ein neben Sus scropha vorkommendes Torfschwein, Sus palustris*), der Pfahlbauern heute noch im kleinen Bündnerschwein in Obergraubünden, durch die Oberalp gen Uri und Wallis, auf den Abhängen des Zentralalpenstocks. Dieselben alten Bewohner der Schweiz hatten eine jetzt ausgestorbene, dem Bos trochoceros aus dem Diluvium von Arezzo und Siena nahe verwandte Rinderform; dann das im Diluvium von ganz Europa verbreitete gemeine Rind, Bos primigenius, und die kleinhörnige Torfkuh, Bos longifrons, welche in England jungpliocän bei Elephant und Rhinoceros und im irischen Torf beim Riesenhirsch liegt, und wahrscheinlich, wenn auch nicht von Skandinavien eingeführt, doch gleichzeitig dort verbreitet war, nur in der Schweiz als zwischen Schwarzbraun und Grau bis in's Rahmfarbige wechselndes Braunvieh von Schwyz, Uri, Wallis, Oberhasli und Graubünden sich erhielt und vortreffliche Milch giebt. Erst später erhielt die Schweiz die jetzt im Saanen- und Simmenthal verbreitete Rasse mit abgebogenen Hörnern, den Bos frontosus. Die Ziege der Pfahlbauern war dieselbe wie jetzt; in den Mentoneser Höhlen habe ich dagegen Ziegenzähne gefunden, welche von der dort jetzt nicht gehaltenen Rasse mit graden Schraubenhörnern herzurühren scheinen. Die älteren Pfahlbauten hatten ein viel weniger kräftiges Schaf als die späteren und die Jetztzeit; ihr Schaf glich der Ovis primaeva der Höhlen Südfrankreichs, dem kurzschwänzigen kleinen Schafe der Shetlands und Orkaden und dem halbwilden der Hochgebirge von Wales, endlich einigen Ueberresten im Graubündner Oberlande. Rütimeyer hat dabei den Ur und das Torfschwein für ursprünglich einheimische Arten angesehen. Wenn wir ähnliche Formen als die gezähmten zu gleicher Zeit wild finden, ist noch Zweifel

*) Nach Steenstrup wäre Sus palustris nur das weibliche Schwein; es ist aber sehr häufig, dass Eigenschaften, welche in einer Art oder Rasse das Weibchen kennzeichnen, in einer andern beiden Geschlechtern angehören.

Digitized by Google

möglich, ob jene von diesen oder diese von jenen stammen. Finden sich solche auch fossil, so bleibt einmal noch fraglich, ob sie nicht doch damals schon Hausthiere waren, da wir auch fossile Menschenreste besitzen, dann auch der, ob grade diese fossilen nicht ausser aller direkten Beziehung zu den späteren Hausthieren des Platzes und ihrer Entstehung seien. So lebten Hühner nach Jeitteles schon in der Tertiärzeit und der ältern Quartärzeit, der Mammuthperiode, bei uns, aber in der Steinzeit fehlten sie und wenn sie sich dann in Keltengräbern finden, sechs Jahrhunderte vor Christus nach Griechenland und Kleinasien kamen, im fünften Jahrhundert nach Christus in allen Mittelmeerländern und zur römischen Kaiserzeit schon in England bekannt waren, so kann das Alles auf späterer asiatischer Einwanderung beruhen. So kann man zwar einen Stammbaum für Equus caballus mit Equus fossilis und Hipparion machen, aber eben so wenig wie von den siebzehn nordamerikanischen fossilen Equiden eine lebende Spur übrig geblieben ist, ist es nothwendig anzunehmen, dass die Pferde, welche die Römer bei den Germanen und Britten fanden, von solchen bei uns fossilen abstammen. Man hätte genau ebensoviel Recht unsere Damhirsche von fossilen Riesenhirschen abzuleiten. Es ist Zeit genug gewesen, dass, nachdem die Verbindung zwischen Eismeer- und Ostsee und die ausgedehntern Seen zwischen Schwarzem Meer, Aral und Kaspis oder auch zwischen diesem Becken und dem Eismeer verschwunden waren, auf der breiten Landmarke zwischen Asien und dem neuen Europa die Kultur mit ihren Hausthieren einziehen konnte, und dass letztere durch weitere Bewegungen und Berührungen mannigfaltig getroffen wurden, bevor Geschichte geschrieben wurde.

Die nützlichen Veränderungen treten nach Darwin bei Hausthieren selten plötzlich, meist unter einer sorgfältig akkumulirenden Wahl der Züchter ein. Die Züchter betrachten die Organisation als bildsam, sie erreichen die Form, welche zu erstreben sie durch kleine angenehme Abweichungen angewiesen werden, getrieben durch die Werthvermehrung und begünstigt durch den Reichthum an Individuen. Man weiss selten, wie Rassen gekommen sind, weil man erst die fertigen benennt.

Bei den wilden Thieren und Pflanzen sei häufig grosse Unsicherheit, wo die Gränzen der Art zu ziehen seien, und es bestehe keine bestimmte Gränze für die Anwendung der Kategorieen Art, Unterart, ausgezeichneterer oder geringerer Varietät und individueller Verschiedenheit. Gegenüber dem Ausdruck „species", willkürlich und der Bequemlichkeit halber auf eine Reihe sehr ähnlicher Individuen angewandt, bezeichne „Varietät" die minder abweichenden, mehr schwankenden Formen und so sei auch das Weitere mehr Sache der Willkür. Je mehr eine Gegend bekannt sei, um so mehr zeigten die Reihen der Thiere derselben den wirklichen Uebergang. Eine Varietät brauche sich nicht zur Art zu erheben, sie könne erlöschen, sie könne die Stammart überwuchern, überleben,

Digitized by Google

ersetzen, neben ihr bestehen. Die in einer Gegend häufigsten und die am weitesten verbreiteten, also die reichsten, dominirenden Arten lieferten am meisten Möglichkeiten weiterer Artenbildung und, wenn eine Gattung in einer Gegend viele Arten habe, hätten diese auch viele Varietäten. Die Arten aus kleinen Gattungen seien dagegen besser getrennt. Die Formen, welche jetzt herrschend seien, möchten durch Hinterlassung von mehr Abänderungen immer noch mehr herrschend werden.

Man wird jene Sätze mit Vortheil auch in Umsetzung in Betracht ziehen: wenn eine Art sehr variabel ist, so vermag sie sehr verbreitet zu sein und die Variabilität, welche an der einen Stelle deutlich ist, ist an der anderen schon Ursache von Artbildung geworden.

Jede Abänderung, welche auf irgend eine Weise entstanden sei, werde, wenn sie vortheilhaft sei, die Erhaltung des Individuums fördern und sich, auf die Nachkommen übertragend, für diese von gleichem Werthe zeigen. Unter den Organismen finde der Kampf um das Dasein für das Leben des Individuums und Sicherung der Nachkommenschaft in der allermannigfaltigsten Weise Statt, weil die Vermehrung zu stark ist, als dass alle bestehen könnten.

Linné hat berechnet, dass eine einjährige Pflanze, welche nur zwei Samen erzeugt, in zwanzig Jahren eine Million Nachkommen geben würde; Darwin, dass ein Elephantenpaar in fünfhundert Jahren, trotz der äusserst langsamen Vermehrung, zu fünfzehn Millionen Stück anschwellen könne; ich selbst finde, dass aus einem Schnackenweibchen, bei Verlust von $^3/_7$ oder über 40% an der Brut im Larvenleben und 90% in der Flugzeit, in sechs Monaten der guten Jahreszeit zehn Millionen, bei voller Ausrechnung der theoretischen Vermehrungsmöglichkeit aber rund 164,131,000,000 junge Schnacken, oder, wenn gleich gute Zeit acht Monate dauert, über 5000 Billionen Ursprung nehmen können. Nach Ehrenberg's Berechnung könnte aber eine Vortizelle sich in nicht mehr als vier Tagen auf 140 Billionen vermehren.

Man könne sagen, jeder Organismus strebe nach der äussersten Vermehrung seiner Zahl, wenn auch mit ungleichen Mitteln. Meist tritt eine Beschränkung vor Erreichung der durch die Nahrung bestimmten äussersten Gränze aus andern Gründen ein, durch Feinde und elementare Einwirkungen unmittelbar oder durch Begünstigung anderer Arten, durch Seuchen, welche sich in stärkerer Proportion als die Individuenzahl vermehren. Ein gewisses Maass der Zusammenlebenden ist für die Erhaltung am günstigsten.

Die gegenseitigen Beziehungen organischer Wesen seien dabei sehr wichtig. Die Bepflanzung einiger Hundert Acker Haide mit Kiefern änderte den übrigen Vegetationscharakter eines Platzes und die Thierwelt erheblich; eine Fliege, welche ihre Eier an den Nabel der Fohlen und Kälber legt, hindert die Verwilderung der Pferde und Rinder in Paraguay, während sie

Digitized by Google

nördlich und südlich stattfindet. Bienenartige Insekten bedingen die Bestäubung des weissen Klees und damit seine Existenz; zwischen den Waldbäumen findet ein fortdauerndes Ringen Statt; die Eiche tritt an die Stelle der Nadelhölzer, die Buche an die Stelle der Eiche, jede zieht für sich den Boden aus und bereitet ihn andern vor.

Der Kampf aus dem Streben nach Vermehrung und der beständigen Gefahr ist wirksam gegenüber der Variation. Wenn veränderte Lebensbedingungen eintreten, so wird Variabilität zu Stande kommen oder erhöht werden. Damit können nützliche Abänderungen vorkommen. Solche können klein anfangend in langen Zeiträumen erheblich ausgebildet werden. Da die Konkurrenz überall in's Gleichgewicht stellt, so genügen oft geringe Modifikationen des Vorhandenen, um eine Verschiebung des Verhältnisses zu veranlassen und fort zu bilden. Dabei können, während der Züchter nur mit den deutlichsten Zeichen operiren kann, die verstecktesten Theile mit arbeiten. Diese natürliche Züchtung wirkt still und unmittelbar überall. Sehr äusserliche Merkmale können dabei sehr wichtig werden; Vögel und Insekten entrinnen häufig den Feinden durch ihre der des Terrains entsprechende Färbung, flaumige Früchte sind in den vereinigten Staaten mehr vor Rüsselkäfern geschützt als nackte, sie kommen also besser durch. Die Vererbung der Abänderungen erleidet die gleichen Modalitäten für Geschlecht, Lebensphasen u. s. w., wie die Vererbung der ältern Eigenschaften, aber durch Wechselbeziehung können auch Veränderungen einer Lebensphase solche anderer unvermeidlich mit sich bringen. Der Nutzen der Umänderung muss überall dem Organismus selbst zu Gute kommen, es erwirbt nicht eine Art neue Eigenschaften, welche blos einer andern nützen.

Der Kampf um die Verbindung der Geschlechter erzeuge die geschlechtliche Zuchtwahl und Ausbildung geschlechtlicher Besonderheiten an Waffen, Schmuck, Stimme. Das kann auch für Zwitterthiere bedeutsam sein, weil wahrscheinlich auch bei diesen die Begattung durch getrennte Individuen, wenn nicht immer, doch periodisch eintreten muss.

Wechsel der Verhältnisse des bewohnten Bodens werde allerdings die natürliche Züchtung begünstigen, aber sie werde immer langsam arbeiten. Gegenüber den Begünstigten werden die Andern abnehmen; das ist der Anfang des Erlöschens. Das Motiv dafür, dass nicht die Zahl der Arten unbeschränkt wachse, können wir daraus, dass die Individuenzahl durch die Ernährung in Schranken gehalten wird und dass jede Form einer Vertretung durch eine grössere Zahl bedarf, um nicht in den Schwankungen der Existenzbedingungen zu erliegen, rechnungsmässig gewinnen. Die erste Zahl durch die zweite dividirt würde, soweit man überhaupt hier Zahlen setzen kann, die Artenzahl geben. Daraus wird sich dann die verhältnissmässig grosse Zahl der Arten bei beschränkten Inselterrains erklären, wo eine geringe Individuenzahl in innigem Zusammenleben doch die Existenz unter

Digitized by Google

gewöhnlichen Verhältnissen sicher stellt, aber auch das plötzliche Erlöschen einzelner Arten vorzugsweise unter solchen Umständen. So lange die Fruchtbarkeit erhalten bleibt, wirken die Individuen zusammen, die Varietäten sind also eigentlich unbegränzt möglich; sie stehen bereit, freiwerdende Artstellen einzunehmen. Ihre kleinen Verschiedenheiten wachsen zu spezifischen heran, wie in den Händen der Liebhaber extreme Divergenzen gezüchtet werden, weil, je bestimmter die Verschiedenheiten sind, um so eher die verschiedenen Formen besondere Stellen im Haushalt der Natur finden.

Die grösste Summe von Leben werde erreicht durch die grösste Differenzirung der Struktur. Wenn Differenzirung und Spezialisirung der Organe der Massstab der Vervollkommnung ist, so muss natürliche Züchtung zur Vervollkommnung führen. Es können jedoch einzelne Formen Verhältnissen angepasst werden, in welchen ihnen Organe nutzlos sind, für welche sie dann zurückschreiten, oder in Verhältnissen seit Langem leben, in welchen ihnen Vervollkommnung überhaupt wegen der mit ihr verbundenen Verfeinerung schädlich und auf der andern Seite zu nichts nützlich ist. So ist es nicht nöthig, mit Lamarck das Prinzip einer allgemeinen fortschreitenden Entwicklung und um dessentwillen anzunehmen, dass die immer noch vorhandenen niedersten Wesen vielmehr immer wieder durch spontane Generation erzeugt seien.

Die Verwandtschaften aller Wesen einer Klasse in Form eines nach allen Seiten Zweige treibenden Baums darzustellen, wie es manchmal geschehen ist, entspreche sehr der Wahrheit. Von den vielen Aesten haben wir nur noch wenige und die verlorenen Aeste stellen solche Ordnungen, Familien und Gattungen dar, welche keine lebenden Vertreter mehr haben. Vereinzelte schwache Zweige tief unten am Stamm, in geschützten Stationen bewahrt, verbänden manchmal durch ihre Verwandtschaften die sonst getrennten grossen Aeste.

Die Untersuchungen über etwaigen direkten Einfluss äusserer Umstände, des Gebrauchs der Organe, der Gewöhnung, ergäben noch ein zu lückenhaftes Material, um daraus auf ihre Wirkung auf Varietäten zu schliessen.

Wechselbeziehungen und Kompensationen träten nicht gleichmässig ein. Gewisse Organe seien besonders wandelbar; solche mit grossen Zahlen in der Zahl; die vom Gewöhnlichen, sei es durch Verkümmerung, sei es durch starke Entwicklung, abweichenden im Allgemeinen. Man könnte hier auch sagen, Verkümmerung und Uebermass seien vermittelt.

Theile, welche, wie abweichend sie sonst erscheinen möchten, doch, ungefähr gleich, Vielen zukämen, müssten sehr alt sein.

Verschiedene Arten änderten analog und Varietäten kehrten wohl zu Merkmalen der Stammart zurück, oder nähmen Charaktere einer verwandten Art an. Die Vererbung unnützer Charaktere habe eine gewisse Hartnäckigkeit; sie weise auf Abstammung.

Digitized by Google

Besonderer Untersuchung ist hierbei das Vorkommen von Streifen bei Einhufern unterworfen, welche deren gewöhnlich nicht haben, während die Zebra's, Arten der Gattung Hippotigris, sie in verschiedenem und die ägyptischen Wildesel, Asinus taeniatus, sie in geringerem Grade besitzen. Nach dem Vorkommen solcher Streifen hat Hamilton Smith, welcher die Pferde von einer Reihe von Stammrassen verschiedener Färbung ableitet, gemeint, der Stamm der braunen Pferde sei ursprünglich gestreift gewesen. Das Auftreten der Eigenschaft ist dann ein Rückschlag zu alten, verborgen ererbten Eigenschaften der Vorfahren, ein Atavismus. Darwin führt Beispiele solcher Streifung an *).

Trotz der Variation, meinte Darwin, werden Arten ziemlich gut begränzt werden können, weil sich wegen der Langsamkeit der Aenderung und der Unwirksamkeit jeder, welche nicht günstig ist und nicht in den Stand setzt, einen Platz im Naturhaushalt besser auszufüllen, Varietäten nur sehr langsam bilden, weil ferner aus den der jetzigen vorausgegangenen Erdgestaltungen die Bindeglieder der verschiedenen Arten nicht überlebt haben.

Darwin bewies, wie man in einzelnen Fällen Bindeglieder habe. Solche könne man sich analog für das Uebrige vorstellen. Selbst das zusammengesetzteste Organ, so das Auge, könne von den einfachsten Anfängen an verfolgt werden durch zahllose kleine Modifikationen bis zur Vollendung; ebenso die Wandlung der physiologischen Funktion, wie alle lungenathmenden Wirbelthiere von einem Urbild mit einer Schwimmblase abzuleiten seien.

Besondere Schwierigkeit bieten die Uebereinstimmungen von Organen, welche so zerstreut vorkommen, dass andere Verwandtschaftsbeweise nicht proportional gehen. Vielleicht am auffälligsten sind in dieser Beziehung die rudimentären und entwickelten elektrischen Organe in so sehr verschiedenen Gruppen von Fischen: Rochen, Haien, Aalen, Welsen, Mormyren oder die Leuchtorgane bei Käfern, sowohl aus der Gruppe der Lampyriden als aus der der Elateriden. Da uns die gradweisen Verschiedenheiten so geläufig sind, so sind wir geneigt, diese zerstreuten in ihrer ganzen Qualität so ungewöhnlich erscheinenden Organe den gewöhnlicheren näher und vermittelter zu denken als das beim jetzigen Stand der Wissenschaft schon erwiesen ist, also die elektrischen Organe den Muskeln, an deren Stelle sie liegen; so dass sie durch eine nicht so schwierige Umänderung von Muskeln an verschiedenen Stellen entstehen konnten, nicht also Beweis näherer, alter Verwandtschaft wären.

Die Theorie der natürlichen Züchtung lasse die Thatsache begreifen,

---

*) Ich kann diesen solche gesellen, welche ich selbst gesehen habe, so an einem Schimmelpferde im Wallis, an einem Maulthier in Porlezza, an einem Esel in Badenweiler und einem hier in Heidelberg, alle am Lauf oder etwas höher hinaufreichend. Den Esel in Heidelberg könnte man zu Asinus taeniatus stellen.

Digitized by Google

dass die Natur überall vermittelnde Formen biete. Sehr unbedeutend Scheinendes könne sehr mächtig sein, oder gewesen sein; andererseits hätten wir uns zu hüten, auffällige Charaktere immer für wichtig anzusehen. Manche wichtige Organe hätten ihre Bedeutung verloren; häufig seien wir auch zu unwissend, um dieselbe zu erkennen.

Die Einheit im Typus erklärt sich nach Darwin aus der Einheit der Abstammung, die Anpassung an die Lebensbedingungen aus der jetzigen oder früheren natürlichen Züchtung. Das Gesetz der Anpassung ist das höhere, indem es durch die Erblichkeit früherer Anpassung den Typus mit begreift.

Auch die Geistesfähigkeiten der Hausthiere seien veränderlich und die Abänderungen vererblich. Auch sie können in nützlicher Richtung sich steigernd gedacht werden. So finden sich auch sehr merkwürdige Analogieen der Instinkte.

Weil Fossilien führende Formationen sich nur während Senkungsperioden mächtig genug bilden konnten, um später erhalten zu bleiben, also die Urkunden über die Vorgänge bei Hebungen, welche am meisten Vielfältigkeit zeigen müssten, indem während solcher sich Festländer bilden und ausdehnen, fast fehlen; weil ferner die geologische Periode vielleicht kurz war gegenüber dem Leben der Art; weil Einwanderungen, Vermischungen jedesmal den grösseren Antheil am lokalen Auftreten neuer Formen hatten, sehen wir keine endlosen geologischen Varietätenreihen zwischen erloschenen und lebenden Formen, vielmehr meist plötzliches Auftreten ganzer Gruppen neuer Arten. Die Anfänge aber vor der Silurzeit, seit welcher auf Festländern und in Ozeanen eine gewisse Aehnlichkeit der Organisation sich behauptet hat, deckt der Ozean, oder sie sind in metamorphische Gesteine umgewandelt und ihre Organismen unkenntlich geworden. Weil das Erlöschen alter Formen Folge des Entstehens neuer ist, kehren sie nicht wieder. Gattungen dauern ungleich lange; einzelne Arten herrschender Gruppen bilden in ihren veränderten und verschiedenen Nachkommen Gruppen an Stelle erlöschender Unvollkommener, welche keine Nachkommenschaft hinterlassen, so dass die ganze alte Gruppe verschwindet. So begreift sich, dass alte und neue Lebensformen ein System mit einander bilden, dass die ältesten am weitesten abweichen, dass erloschene die Lücken zwischen den lebenden ausfüllen, dass die ältern unvollkommener sind, vielleicht auch den Embryonen gleichen.

In der geographischen Verbreitung, meint Darwin, würden wir bei Beachtung der Motive aus den uns noch so wenig bekannten Veränderungen der Gestaltung und Verfassung der Länder und der Transportmittel die Schwierigkeiten überwinden, welche sich der Annahme entgegen stellen, dass alle Individuen einer Art von denselben Aeltern abstammten, dass danach alle leitenden Erscheinungen der geographischen Verbreitung aus der Theorie

Digitized by Google

der Wanderung herzuleiten seien und dass in dieser Verbreitung einerseits durch die natürlichen Schranken, andrerseits durch analoge oder heterogene Verhältnisse die Zustände entstehen, welche die Theorie der Schöpfungsmittelpunkte und die Vorstellung der parallelen Vertretung in verschiedenen Ländern veranlassten. Die Gesetze, welche die Aufeinanderfolge in vergangenen Zeiten leiteten, beherrschen heute fast gerade so die Unterschiede in verschiedenen Ländern. Man wird sagen dürfen, dass es hauptsächlich die territorialen Aenderungen gewesen seien, welche dem in der Zeit Folgenden das Wechselnde der Erscheinung aufgezwungen haben.

Die Annahme eines gemeinsamen Ursprungs, einer wirklichen Blutsverwandtschaft der bei den Naturforschern mehr formal, um die Aehnlichkeit auszudrücken, als verwandt bezeichneten Formen und der Modifikation durch natürliche Züchtung in Begleitung von Erlöschen und Divergenz erkläre die sich in der Klassifikation ergebenden Regeln und Schwierigkeiten, namentlich den ungleichen Werth von Merkmalen, je nachdem sie ein altes Erbtheil und befestigt oder neuerlich erworben sind und bei geringerer Berücksichtigung ihrer physiologischen Bedeutung. Das natürliche System sei ein Versuch genealogischer Anordnung, in welchem die Grade der Verschiedenheiten der auseinandergehenden Zweige mit Kunstausdrücken bezeichnet werden. Die Wichtigkeit solcher Einrichtungen, welche nicht nützlich seien und doch noch vererbt würden, der rudimentären Organe, und solcher, welche in der Einzelentwicklung modificirt würden oder verschwänden, im Anfange aber gleichmässig gegeben seien, der embryonalen Charaktere, für die Klassifikation werde nun deutlich, ebenso die Ursache der gleichartigen Form der Organe der Arten einer Klasse oder der Theilstücke eines Individuums.

Je mehr man die Lehre von der Abänderung ausdehne, um so mehr verlören die Beweise an Kraft. Die Möglichkeit, dass alle Glieder einer Klasse durch Abstammung mit allmählicher Abänderung verbunden seien, werde durch die Möglichkeit, solche nach Verwandtschaftsbeziehungen mit denselben Prinzipien zu gruppiren, durch die Ausfüllung grosser Lücken durch fossile Reste, durch die Häufigkeit der Rudimente anderswo vertretener Organe, die grossen Formübereinstimmungen mancher Gebilde, die genaue embryonale Gleichheit, also durch bestimmte Beweise, gestützt. So wären die Thiere höchstens von vier oder fünf Stammarten herzuleiten. Uebrigens hätten alle lebenden Wesen eine tiefgehende Uebereinstimmung und es sei nach Analogie wahrscheinlich, dass sie von einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht wurde. Für die Artfrage werde also in Zukunft nur die Möglichkeit der Definition und die Wichtigkeit der Verschiedenheiten entscheidend sein. Die Ausdrücke: Verwandtschaft, Beziehung, Typus, Morphologie, Anpassungscharaktere, verkümmerte Organe würden eine reale Bedeutung gewinnen; das ganze orga-

Digitized by Google

nische Wesen, als die Summe vieler einzelnen nützlichen Erfindungen, werde viel interessanter für die Untersuchung sein.

Neben dem Interesse, welches diese mehr spekulativen Betrachtungen bieten, hob Darwin hervor, wie sich ein neues Feld von Untersuchungen über die Folgen von Gebrauch und Nichtgebrauch, über den unmittelbaren Einfluss äusserer Lebensbedingungen eröffne und eine neue Arbeit für die Physiologie, speziell die Psychologie, weil jedes Vermögen des Geistes nur stufenweise erworben werden könne. In der Geologie werde der Grad der Abänderung ein Maassstab für die abgelaufene Zeit sein, wobei jedoch die Summe der organischen Reste nur ein kleines Bruchstück dessen darstellt, was an Zeit von der Erschaffung des ersten Geschöpfes an verlaufen ist. Die Vorstellung der linearen Folge in der Vergangenheit gestatte auch für eine unberechenbare Folgezeit die regelmässige Aufeinanderfolge der Generationen und deren Veredelung anzunehmen, aus dem Kampfe der Natur, aus Hunger und Tod die Erzeugung des immer Höheren und Vollkommneren.

Darwin's Buch wurde alsbald durch G. H. Bronn 1860 in die deutsche Sprache übertragen. Der Uebersetzer hatte noch einen Augenblick vorher in einer Rede über die Entwicklung der organischen Schöpfung aus seiner vor Allem in der Paläontologie reichen Kenntniss den Schluss gezogen, dass aus der vollkommenen Uebereinstimmung der werdenden Organisation mit dem künftigen Willen und den Fähigkeiten eines Thiers eine bewusste bis in's Einzelne berechnende Weltordnung hervorgehe, dass die neuen Organismenarten überall neu geschaffen, nie und nirgends aus den alten umgestaltet worden seien, während die alten allerdings verschwunden seien, so dass die Schöpfung sich fünfundzwanzig bis dreissig Mal auf der ganzen Erdoberfläche erneuert und für jede dieser Erneuerungen vielleicht einer Million Jahre bedurft habe.

Bronn hatte daraus die beiden Gesetze der progressiven Entwicklung und der Anpassung an die äusseren Existenzbedingungen gefolgert. Indem er einen durch Millionen Jahre zu erkennenden Plan zu Grund legte, leistete er Verzicht auf weitere Untersuchung der Mittel. Auch er hatte gefühlt, dass die Annahme jedesmaliger persönlicher Thätigkeit des Schöpfers, um Alles in's Dasein zu rufen und einzupassen, nicht stimme zu der Regelung der Erscheinungen der anorganischen Natur durch der Materie selbst zukommende Kräfte. Auch er hatte seit zwanzig Jahren gegen die Annahme des plötzlichen Aussterbens der Arten gekämpft und gelernt an Stelle der jüdischen Zeitrechnung ungezählte Millionen von Jahren zu setzen.

Bronn verhehlte nicht, dass ihm die Theorie Darwin's, wenn er sich auch keineswegs dem gewaltigen Eindrucke des ausgezeichneten Buches verschliessen konnte, doch nicht alle Schwierigkeiten so einfach zu lösen scheine, als es die angeführten Beispiele glauben machten und dass Dar-

Digitized by Google

win nicht konsequent sei, indem er wenigstens einen oder gar einige Schöpfungsakte für die organischen Körper annehme, wobei der wahre Schlüssel der Erscheinungen fehle. Von diesen Vorwürfen ist der letzte zutreffend; was den ersten betrifft, so kann man Darwin es am wenigsten nachsagen, dass er die Beweisführungen, soweit nämlich überhaupt von solchen die Rede sein kann, wo es unerlässlich bleibt, so Vieles zu ergänzen, leicht genommen habe. Jedenfalls sah Bronn bereits 1860 in der Darwinschen Theorie das Ei der Wahrheit und schloss sich bis zu seinem zwei Jahre nachher erfolgten Tode, wie wir aus Gesprächen wissen, ihr mehr und mehr an.

Der gründliche Versuch Darwin's, den Weg zu finden, auf welchem Transmutation zu Stande komme, setzte die wissenschaftliche Welt in gewaltige Aufregung. Es lag sehr nahe, statt des Kampfes um das Gesammtdasein, von welchem man längst wusste, dass ihn Jedes führen müsse, in der Combination von Vererbung und Variabilität einen Kampf der Eigenschaften um das Dasein einzusetzen. Fraglich blieb, eine wie grosse und eine wie ausschliessliche Bedeutung dieser habe. So konnte es geschehen, dass Anhänger der Descendenztheorie deren Lösung nicht unbedingt im Darwinismus fanden, weil sie andere, in der Regel allerdings ganz undeutliche, Motive für mächtiger hielten. In England bezeichnete es Huxley als die Grösse der Lehre bezeichnend, dass Viele sie so einfach und selbstverständlich hielten, dass sie nur mit Mühe darin einen grossen Fortschritt der Wissenschaft erkennten. Carpenter trat warm bei, da ihn die Specialstudien über Polythalamien belehrt hatten, wie es unmöglich sei, Arten scharf zu sondern. Hooker fasste die Theorie in seinem Introductory essay to the flora of Australia dahin, dass Arten nicht ideal, sondern real seien, wenn auch nicht ewig, und dass sie nicht geneigt zur Veränderung seien, wenn aber in sie eingetreten, begierig weiter und weiter gingen. Dagegen machte schon 1860 Hopkins darauf aufmerksam, wie gross die Gefahr für jüngere Naturforscher sei, statt geduldigen anhaltenden Studiums eine Intuition entscheiden zu lassen und unter dem Titel, alte Vorurtheile abzustreifen, mit Annahme einer Theorie sich für die Zukunft neue Bande anzulegen. Auch die holländischen älteren Gelehrten waren eher bedenklich und am meisten abwehrend verhielt sich Frankreich. Man hatte in der Hauptsache die Theorie zu Lamarck's Zeiten überwunden; die Zeit war wissenschaftlichen Ideen, welche zugleich eine so grosse politische Tragweite hatten, sehr ungünstig; noch 1870 lehnte die Akademie der Wissenschaften es ab, Darwin zum Mitgliede zu ernennen. Godron meinte, die wilden Arten behielten stets den distinktiven Charakter und auch bei Hausthieren und Culturpflanzen werde er nie vernichtet: L'espèce est absolue et permanente, les races varient avec les circonstances, elles se nuancent à l'infini et ne présentent pas entre elles des signes distinctifs spéciaux

Digitized by Google

et exclusifs. H. Milne Edwards sagte: l'hypothèse de Darwin ne semble de nature à lever aucune des difficultés relatives à l'origine des espèces. Der ausgezeichnete Schweizer Claparède dagegen nannte Darwin's Theorie „grosse d'avenir".

Die deutsche Zoologie erfuhr im Ganzen vom Darwinismus einen ausserordentlich belebenden Einfluss; es erschien nicht allein eine fast unabsehbare Menge mehr spekulativer Schriften, sondern es wurde auch für das Concrete die Anschauung reicher, die Arbeit in mehr nützliche Wege gelenkt. Es ist begreiflich, dass dabei die Macht der Theorie wohl verführte, zu glauben, man diene ihr hinlänglich, wenn man das Vorhandene ihr entsprechend umschreibe, statt ihre Anwendbarkeit in genauer Untersuchung zu prüfen; wenn man dem, was bis dahin System war, den Titel Stammbaum gebe. Man benutzte die beiden, ja real, wie Darwin selbst gezeigt hatte, nicht entgegengesetzten Faktoren, Vererbung und Anpassung etwas willkürlich und vorschnell und hatte für jede Art von Erscheinung, namentlich für das Zweckmässige wie für das Unzweckmässige im alten Sinne, aus der theoretischen Gegensetzung jener Faktoren immer eine Handhabe. Man stellte sehr absolut hin, was man doch nur aus dem jeweilig Bekannten konstruiren konnte und was selbst die bedeutendsten Kräfte in dieser Richtung zuweilen nach kurzer Frist im Einzelfall ganz umsetzen mussten. Zu eifrige Jünger drohten manchmal den Propheten zu diskreditiren.

Als einer der hartnäckigsten Gegner des Darwinismus zeigte sich Louis Agassiz, welcher, nachdem er übrigens ein sehr grosses wissenschaftliches Ansehen erworben hatte, eben in seinen Contributions to the natural history of the united states die Grundlagen zoologischen Verständnisses in einer Vollendung vorgelegt zu haben meinte und den Standpunkt nun so sehr verschoben bekam. Der inneren Verschiedenheit in der Art wurde er gerecht, indem er erklärte, die Arten seien ebenso ideale aber wieder ebenso reale Entia, wie die höheren Klassificationsbegriffe. Eine gewisse Menge von Individuen mit bestimmter Beschaffenheit in engster Beziehung zu einander repräsentiren die Species. Keines biete alle Merkmale. Sie repräsentiren zugleich von Geschlecht zu Geschlecht, was darin generisch ist. Die dauernde sexuale Verbindung als Merkmal und Grundlage des Artbegriffes zu nehmen, erschien Agassiz eine unzulässige petitio principii. Er hielt fest an der Unveränderlichkeit der Art innerhalb der geologischen Epochen. Es schien ihm ein logischer Widerspruch vom Variiren der Species zu sprechen, wenn solche nicht existiren sollten. Die Paläontologie zeige nur plötzliches Auftreten und Verschwinden. Darwin wolle glauben machen, dass Millionen Jahre erforderlich seien, um die vorliegenden Effecte zu erzeugen, da wir doch täglich während des Wachsthumes die grössten Veränderungen unter unsern Augen geschehen sehen; dass die Thiere ihre Instinkte allmählich erlangen, während selbst diejenigen, welche nie ihre Eltern sahen, von der Geburt an dieselben Handlungen begehen, wie die Voreltern; dass die

Digitized by Google

geographische Verbreitung das Resultat einer zufälligen Uebersiedelung sei, während die meisten Arten so enge innerhalb des natürlichen Rayons verbreitet seien, dass selbst die leichtesten Veränderungen in den äusseren Beziehungen ihren Tod verursachen; dass das zusammengesetzte System unter einander verbundener Gedanken das Resultat zufälliger Ursachen sei; dass alle Einflüsse für den Ursprung der Spezies zufällige seien, während doch die Schöpfung in allen ihren Theilen methodisch und verständig gegliedert sei. Darwin habe erst nachzuweisen, dass die Individualität nicht bestehe aus einer Summe erblicher Eigenschaften, verbunden mit variabeln Elementen, sondern blos aus variabeln Elementen. Dass letzteres nicht der Fall sei, werde durch die Embryologie aller typischen Gruppen bewiesen. Agassiz schliesst: I shall consider the transmutation theory as an scientific mistake, untrue in its facts, unscientific in its method and mischievous in its tendency. Seine Angriffe liessen die Logik von Darwin um so klarer hervortreten. Aber auch andere Paläontologen als Bronn und Agassiz hatten wenig Neigung oder glaubten wenig sichere Grundlagen aus ihrer Disciplin zu haben, um sich anzuschliessen. Owen, bei der brittischen Naturforscher-Versammlung von 1860, aus Anlass eines Vortrages von Daubeny über die letzten Ursachen der Sexualität der Pflanzen, gerieth mit Huxley über die Darwin'sche Theorie in eine Disputation, auf deren vorzüglicheren Gegenstand, Ableitung des Menschen von dem Affen, wir zurückzukommen haben. Reuss erklärte sich ebenso gegen Darwin. Bei Unterscheidung von Arten komme es nicht an auf die Grösse der Abweichung, sondern auf die Beständigkeit. Die winzigen Differenzen kleiner Thiere, wie der Foraminiferen, dürften nicht missachtet werden. Die künstlichen Aenderungen der Hausthiere seien die grösstmöglichsten Summen und verschwänden wieder bei Aufhören des Einflusses der Menschen. Einige Hausthiere, Katze, Kamel, Esel, Gans, Ente, Pfau, hätten, trotz langer Züchtung, keine Veränderung erfahren. Dagegen könnten wir anführen für die Katzen die schwanzlosen, die Angorahrasse, die grosse Variabilität der Farbe; für den Esel die sehr verschiedene graue algerische, bandfüssige ägyptische, braune mallorkinische Rasse; von Gänsen und Enten giebt es sehr viele, aber auch vom Pfau einige Varietäten. Ueber die Rassen ihrer Kamele und Dromedare werden die Kirgisen und Araber besser unterrichtet sein als wir; doch ist es sehr wahrscheinlich, dass das einhöckrige Dromedar nur eine in der Hand des Menschen in Arabien gezüchtete und nach Afrika übergeführte Varietät des aus Zentralasien eingeführten zweihöckrigen Kamels oder Trampelthiers sei, und die Verschiedenheit in Farben und Formen ist ähnlich gross wie bei dem Pferde. Es geht mit solchen Dingen, wie dem Europäer mit Negern; sie sind ihm anfangs alle gleich; bei genauerer Bekanntschaft erkennt er die Grösse der Verschiedenheit, das Individuelle. Weiter beruft sich, wie das schon seit Cuvier geschehen, Reuss auf die Identität der Darstellungen alter Denkmäler mit dem heute Lebenden.

Digitized by Google

Die assyrischen Denkmäler z. B. im British museum sind durch den Reichthum ihrer Darstellungen an Thieren sehr interessant, aber ich möchte sie doch nicht für fein genug ansehen, um sie in diesem Sinne wissenschaftlich verwerthen zu können. Wenn die Mumien aber nicht vermochten Cuvier und Geoffroy, welche solche zu Tausenden hatten, zu vereinigen, dann werden sie wohl auch heute machtlos bleiben. Konchylien der Jetztzeit könnten wir unverändert bis in die tertiären Epochen verfolgen. Aus dem Silurischen gingen Thiere in's Devonische, aus der echten Steinkohle Pflanzen in's Devonische. Uebergänge lassen sich kaum nachweisen. Einzelne Gruppen standen nach oben und unten isolirt, so die Rudisten oder Hippuriten der Kreide. Woraus sei das erste Reptil, Telerpeton Elginense, im schottischen old Red entstanden, woraus die ersten Säuger, Phascolotherium Bucklandi und Amphitherium Prevosti im Juraschiefer und Stonesfield? Man dürfe sich nicht damit helfen, das unentdeckte Gebiet der Uebergänge in ununtersuchte versteinerungsführende Schichten zu verlegen. Die Meinung einer allmählichen Vervollkommnung der Organismen müsse sich anders gestalten, seit man nicht mehr eine ziemlich gleichmässige Entwicklung zu höheren Thieren erkenne, vielmehr die ältesten Vertreter höherer Gruppen in ältere Zeiten fallen, als man sonst annahm; plakoide Fische in's Obersilurische, Reptilien in's Devonische. Wie könne aus den armen Resten im Untersilurischen, Algentrümmern und Annelidenspuren, eine folgende reiche Fauna von Pteropoden, Muscheln, Brachiopoden, Bryozoen, Trilobiten, Echinodermen entstanden sein? Wie konnten nach Darwin's Prinzip scharf begränzte Arten statt eines wirren Chaos entstehen? Thierarten wurden nicht durch andere ausgerottet, nur durch den Menschen oder geologische Aenderungen und Katastrophen; sonst sei in der Natur überall die grösste Harmonie, ein ungestörtes Gleichgewicht. Es sei unwürdig der Vorstellung von einem höchsten allmächtigen Wesen, wenn man die Macht und Thätigkeit desselben auf einen einzigen Akt, welcher ein niedrigst organisirtes Urwesen geschaffen habe, einenge. Darwin's Theorie beruhe theilweise auf unerweislichen, theilweise auf unwahrscheinlichen Hypothesen, und widerspreche theilweise der Erfahrung. Auch Reuss ist ersichtlich nicht vollständig dem gerecht geworden, was Darwin selbst in seiner ersten Schrift niedergelegt hat.

v. Bär hingegen, der Altmeister der Zoologie, vorzüglich der Entwicklungsgeschichte, sagte bereits 1859 bei Gelegenheit der Untersuchungen über Papuas und Alfurus, unabhängig von Darwin, nachdem er den Begriff der Art bestimmt hatte als „die Summe von Individuen, welche durch Abstammung verbunden sind oder sein könnten“; weiter: „Die gruppenweise Vertheilung der Thiere nach Verwandtschaft scheint dafür zu sprechen, dass auch der Grund dieser Vertheilung ein verwandtschaftlicher sei, d. h. dass die einander sehr ähnlichen Arten, wirklich gemeinschaftlichen Ursprungs oder aus einander entstanden seien, und dass

Digitized by Google

auch viele Arten, die sich jetzt getrennt halten und fortpflanzen, ursprünglich nicht getrennt waren, dass also aus Varietäten nach systematischen Begriffen specifisch verschiedene Spezies geworden sind. Wie weit diese Entwicklung der Arten aus einander anzunehmen ist, darüber wage ich mir selbst keine Meinung zu bilden“.

Von besonderer Bedeutung für die weitere Wirkung des Darwinismus war das zeitliche Zusammentreffen mit bedeutenden Entdeckungen in der Urgeschichte des Menschen. Man erinnere sich, dass Cuvier das Vorkommen fossiler Menschen in Abrede gestellt hatte, so auch das fossiler Affen. Diese Meinung, zunächst Resultat kritischer Beleuchtung angeblicher Funde, welche sich als zufällige Beimengungen herausstellten, und soweit legitimirt, war dann so sehr verwachsen mit seinen Prinzipien, dass nach diesen der fossile Mensch unmöglich war. Für Affen wurde diese Ansicht schon 1837 von Lartet widerlegt, indem dieser Reste von solchen aus den Mergeln von Sansan beschrieb. 1856 erhielt Fuhlrott den bekannten Neanderthalschädel*), über welchen ausser ihm Schaaffhausen und Huxley Publikationen machten. Man erinnerte sich jetzt, das Schmerling 1833—1844 unter Knochen, gesammelt in zweiundvierzig Höhlen des Maasthales, namentlich in der Höhle von Engis, Schädel gefunden hatte, welche die Existenz niedrig kultivirter Menschenrassen in Verbindung mit Höhlenbär, Ren, Bison, Elephant, Nashorn erwiesen, Thieren, welche jetzt entweder überhaupt nicht mehr oder doch nicht mehr an jenen Orten existiren, und dass ebenso 1842 Spring in der Höhle von Chauvaux bei Namur Thierreste gemischt gefunden hatte mit denen von Menschen, welche die Grösse der Eskimo's, niedere Stirn, breite Nase, vorspringende Negerkiefer zeigten und anscheinend Menschenfresser gewesen waren. Es begann damit eine Periode der eifrigsten Forschung nach fossilen Menschen. Namentlich die französischen Höhlen mussten nach einander ihre Geheimnisse aufdecken. Schon 1860 konnte Lartet seine Bemerkungen über das geologische Alter des Menschen in Südeuropa an die Pariser Akademie richten. Boucher de Perthes fand zu den viel bestrittenen bearbeiteten Feuersteinen, silex taillés, von Moulin Quignon bei Abbeville auch einen menschlichen Unterkiefer. Zu Funden aus den mit Tropfstein oder langjährigem Schutte überdeckten Höhlenböden und aus den freien Stätten menschlicher Cultur kamen die skandinavischen Mahlabfälle, Küchenreste, Kjökkenmöddinge. Aus den bis dahin nicht verstandenen Haufen von Schalen der Auster, Herzmuschel, Miesmuschel und Strandschnecke gruben Thomsen, Nilsson, Lund, Forchhammer Knochen vom Ur, Bär, Luchs, Wolf, Eber, Hirsch, Schwan, Auerhahn, Alk und Ente, Gräten von Fischen und Geräthe von Horn, Knochen, Holz und Steinen, sehr ähnlich denen aus den Höhlen des Perigord. Das Pferd fehlte, als diese Lager sich bildeten, jenen Gegenden noch, der

*) Dieser Schädel wird von vielen Gelehrten für einen Idiotenschädel angesehen.

Digitized by Google

Boden war mit Kiefern bedeckt, welchen die Eiche und dann die heutige Buche folgte, die Küsten zogen anders als heute. Eine weitere Gruppe bildeten die Funde in den Pfahlbauten, welche, 1854 bei besonders niederem Wasserstande in den Schweizerseen deutlich geworden, zuerst vorzüglich von Keller untersucht, dann weiter, auch nach Deutschland hinein, verfolgt, einen unglaublichen Reichthum an Zeugnissen über die Lebensumstände des Menschen in vorhistorischen Zeiten ergaben, zugleich an alte Nachrichten des Herodot und an Wohnplätze der Papuas erinnernd. Die Archäologie wurde die Vermittlerin zwischen Geschichte und Geologie. Ein niedrig organisirter Mensch erschien ebenso sicher verdrängt, überwunden als Thiere, mit welchen er gleichzeitig gelebt, welche er gejagt, deren Glieder er des Markes halber zerschlagen, deren Fleisch er gebraten, auf deren Geweihe, Knochen und Zähne er seine Zeichnungen gegraben, deren Theile er zu seinen Geräthen gewandelt hatte, an deren Knochen die Zähne der Raubthiere ihre Spuren hinterlassen hatten. Was man im Torfe, in See- und Flussalluvien, unter Asche und Lava, in Table mount in Californien bis gegen 200′ tief von Resten der Menschen, der Hausthiere, der Cultur ausgrub, veränderte zusammengreifend die Vorstellungen von menschlicher Vorzeit gründlich.

Während Darwin auf den Ursprung des Menschengeschlechts kaum hingewiesen hatte, wurde der Mensch, Angesichts seiner ungeheuer grossen nicht nur moralischen, sondern auch physischen Entwicklung, anfangend mit Cannibalen zur Zeit längst untergegangener Thiere, ganz anderer kontinentaler Gestaltungen, noch fortgesetzt in historischen Zeiten, wie es die Zunahme der Hirnhöhlengrösse auf den Pariser Kirchhöfen beweist, in kürzester Frist der Haupthebel des Darwinismus. Die Frage der Entwicklung des Menschengeschlechtes und seiner genetischen Beziehung zu im Systeme zunächst stehenden Formen, die Begreifung auch des Menschen in einen Stammbaum bildeten das Feld des bittersten Kampfes. Während Bronn vom wissenschaftlichen Standpunkt aus den Vorwurf machte, dass Darwin die Consequenzen nicht ziehe und das mit Recht, denn die Probe einer Theorie ist, ob sie die Consequenzen erträgt, entstand, als man das auf diesem Gebiete that, für den Darwinismus eine Gefahr in der öffentlichen Meinung. Diese wollte sich mit der Abstammung vom Affen nicht zufrieden geben und war für die subtilere Behandlung, dass die Darwin'sche Theorie nicht eine Abstammung von jetzt lebenden, greifbaren, sondern von idealen Quadrumanen aus untergegangenen Ländern aufstelle, es sich also nicht um Affenväter, sondern um Affenvettern handle, wie für die, dass eigentlich nicht die Affen, sondern die Halbaffen unsere Ahnen seien, wohl aus keinem anderen Grunde, als weil es mit den Affen nicht ganz passte, wie auch für den Trost, dass durch ein Solches der Fortschritt zur grösseren Vollendung möglich sei, gleich unempfindlich.

Digitized by Google

Noch kurz zuvor hatte Owen, einer der kenntnissreichsten und thätigsten englischen Zootomen und Paläontologen, in seinem System der Säugethiere für den Menschen eine besondere Unterklasse der Archencephala eingesetzt, weil bei ihm allein das Kleinhirn von den Hinterlappen des Grosshirns überdeckt sei. Indem er auch andere Gehirnunterschiede als den Menschen absolut vom Affen unterscheidend auf jener englischen Naturforscherversammlung 1860 festhielt, namentlich den sogenannten pes hippocampi minor im Hinterhorne des grossen Vertrikels, auf ein Missverständniss der Beschreibung des Oranghirns durch holländische Gelehrte, forderte er zur genaueren Vergleichung des Hirns und der anderen Qualitäten des Menschen mit denen der Affen heraus. Die absoluten Unterscheidungszeichen wurden namentlich von Huxley und Vogt weggebrochen. Es ergab sich sogar, dass solche spezifische Merkmale, welche dem Menschen allein zukommen sollten, gerade bei ihm am häufigsten fehlten. Es zeigte sich zwar nicht eine kontinuirliche Reihe von niedersten Affen durch höhere zum Menschen, auch lieferten die fossilen Affen nicht erheblich über das Niveau der lebenden hinausgehende Zwischenformen; aber es stellte sich heraus, dass, wie einige untergegangene Affenformen und Abnormitäten zwischen dem Normalen der jetzt lebenden vermittelten, so auch die besonderen Eigenschaften des Menschen mehr als ein Complex erschienen, welcher in den verschiedenen Gruppen der Quadrumanen Beziehungen fand, an gewisse mit Einigem, an andere mit Anderem sich anschliessend; so wie sich auch andere Thiere innerhalb der Ordnungen zu verhalten pflegen. So setzte Huxley im schroffsten Contrast die Menschen nur als eine zoologische Familie der Anthropini in die Ordnung der Primates und suchte Beispiele, um zu zeigen, wie ebenso die einzelnen Bestandtheile der Psyche, der intellektuellen und moralischen Natur der Menschen, nach welcher Geoffroy St. Hilaire für diesen ein besondres Reich aufgestellt hatte, sich bei anderen Thieren wiederfänden. Für das körperliche Substrat der Psyche geben die Hirnmengen einigen Anhalt. Dem Hinduhirn der obigen Tabelle mit 46,7 Cubikzoll reiht sich das des Gorilla nach White mit 37 Cubikzoll sehr viel näher an als jenes dem grossen kaukasischen. Solche Maasse würden, wenn statt absolut, in Relation zum Körpergewicht bestimmt, allerdings keine so grossen Differenzen für die Menschenrassen und keine so gute Stufenleiter herab zum Gorilla geben. Aber auch dann ergeben Affenhirne noch sehr auffällige Maasse. Das Gehirn eines von uns präparirten dreijährigen Chimpanse wog 352 Gramm, in Relation zum Körpergewicht 1 : 18,67, das der mikrozephalen achtjährigen Helene Becker nur 219 Gramm, jenes zu diesem ziemlich genau im Verhältniss von 5 : 3 *). Dass auch die

---

*) Uebrigens haben die Mikrozephalenschädel und Gehirne keine besondere Aehnlichkeit mit Schädeln und Gehirnen von Affen.

Digitized by Google

Relation des Hirngewichts gegen das Körpergewicht bei jenem Affen günstiger ist als beim erwachsenen Menschen, ist ein Resultat verschiedener Umstände. Einmal haben kleinere Thiere in verwandten Arten relativ grössere Hirne; zweitens junge Thiere grössere als erwachsene, drittens ist beim Chimpanse der Abschluss des Hirnwachsthums, also die volle Grösse früher erreicht als beim Menschen. Das Gehirn unseres Orang von zwei und einem halben Jahr wog 323 Gramm, in Relation zum Körpergewicht sogar mit 1:13,41, damit relativ viermal so schwer als das des erwachsenen Menschen.

Der früher mehr in Betracht gezogne Camper'sche Gesichtswinkel, gebildet durch eine Linie von der Stirn zur Wurzel der Schneidezähne und eine andere von der äusseren Höröffnung zum vorderen Ende des Bodens der Nasenhöhle, und ein Ausdruck für die den Gesichtsschädel überlagernde Entwicklung des Hirnschädels, bei den kaukasischen Europäern 80—85° selbst über 90°, bei den breitgesichtigen Mongolen 75—80°, bei den Negern 70—75° messend, ergab bei der Völkerschaft der Makoias in Südafrika 64°, bei den Tikki-Tikki oder Akkanegern, den Zwergen Schweinfurths nur 60°, bei den Saimiriaffen dagegen nach Geoffroy St. Hilaire 65°. Wie die Hirngrösse als etwas erst mit der Kultur Errungenes, Fortschreitendes erkannt wurde, so erschien auch ein alter Schädel aus der Höhle La Naulette durch Mangel der Kinnbildung am Unterkiefer, einer noch aus der Bronzezeit durch drei Wurzeln an den vorderen Backzähnen affenähnlich. Während die anthropomorphen schwanzlosen Affen sich namentlich durch die, zwar durch den Periplus des Hanno bekannt gewordenen aber vergessenen und neuerdings wieder entdeckten Gorillas vermehrten, welche in Grösse den Menschen fast übertrafen, tauchte der Schwanz der Niam-Niam-Neger*) immer wieder auf, die japanische Insel Jesso lieferte die behaarten Ainos und Schweinfurth und Miani fanden in Centralafrika jene Zwerge von im Mittel nur 1,46 m. Höhe**). Canestrini stellte geschickt die Charaktere zusammen, welche in anomalem und rudimentärem Vorkommen den Menschen mit den Wirbelthieren bis zu sehr niedrigen Abtheilungen herunter verbinden. Auch Schleiden reihte in populären Vorträgen die psychischen Entwicklungen des Menschen in das System der Entwicklungsreihen im Sinne Darwin's ein.

Die Zeit der Entwicklung des Menschengeschlechts liess sich an Hand der gemachten Funde in Perioden eintheilen. Buffon hatte schon Menschen

*) Nach H. Hagen sind alle Darstellungen geschwänzter Menschen von Gessner bis Buffon Copien der Abbildung des Macacus silenus von Ceylon aus Ritter Bernhard's von Breidenbach Reise nach Palästina 1436. In mythischer Zoologie pflegen Abbildungen und Beschreibungen immer weiter einander steigernd auseinander hervorzugehen.

**) Sie sind auch affenartig durch die scharfen Lippen und die einwärts stehenden Füsse. Von Hausthieren haben sie nur das Huhn.

Digitized by Google

mit Steinwaffen auf unserem Boden unterschieden, Goyet 1820 gezeigt, dass der Gebrauch von Kupfer und Bronze dem des Eisens vorausgegangen sei, Thomsen, in der Behandlung der Alterthümer des Nordens, arbeitete das weiter aus in Unterscheidung einer Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit. Retzius und Nilsson zeigten, dass die Skandinavier der Steinzeit mehr, die der Bronzezeit weniger von denen der Eisenzeit verschieden waren. Lartet begründete Epochen der vorgeschichtlichen Menschen nach den mit ihnen lebenden Thieren: die älteste mit dem Höhlenbären, Ursus spelaeus, die zweite mit dem Mammuth, Elephas primigenius, die dritte mit dem Ren, Tarandus rangifer. Die Steinzeit lässt sich nach Bearbeitung der Steine eintheilen in eine neolithische mit polirten Steinen und eine paläolithische mit gehauenen Steinen. Mortillet nennt jene nach einer sehr bekannten Pfahlbaustelle: Epoche Robenhausien. Ihr gehören die Pfahlbauten, die Dolmen, die künstlichen Höhlen, die Grabstätten in Höhlen, die Werkstätten, die Kamps an; sie hatte die jetzigen Hausthiere und das jetzige Klima. Die andere enthält zunächst die Epoche magdalénien, nach der Grotte Madeleine; diese enthält Reste in natürlichen Höhlen und freien Lagern, sie hatte ein kaltes und trockenes Wetter gleich nach Weggehen der grossen Gletscher, als Hausthier das Ren, jagte Ur, Bison und Mammuth, in ihr lebten als Raubthiere bei uns Hyänen und sehr grosse Felinen; die Menschen waren kurzköpfig und hatten auch Knochengeräth. Dieses fehlt der älteren Epoche, Solutréen, nach der Höhle von Solutré im Departement der Saone und Loire; die Feuersteinspitzen sind auch hier schon beidseitig scharf wie Lorbeerblätter. Die Epoche moustiérien, nach der Höhle Moustier im Departement Dordogne, fiel in die kalte und nasse Gletscherzeit; der Menschenschlag war dolichozephal, führte einfach geschärfte Feuersteinspitzen und Schabmesser, hatte den Höhlenbären und das Nashorn zu Genossen; dahin gehört auch die Höhle von Engis. Noch tiefer stand die Industrie in der ältesten Epoche acheuléen, von der Fundstätte St. Acheul bei Abbeville; die Menschen hatten nur mandelförmige, plumpbehauene Steine, sie erfreuten sich eines gemässigten Klimas der Präglazialzeit, jagten das Nilpferd und den Elephas antiquus, waren vermuthlich Neger; dahin gehört das trou la Naulette und dahin stellt Mortillet auch den vielbesprochenen Neanderthalmenschen. Diese Cultur-Epochen haben überall nur lokale Bedeutung; an der Loangoküste bilden sich noch, indem die Weiber nur das Fleisch der Austern mitnehmen, Austerschalenbänke; die Papuas haben noch Pfahlbaudörfer und viele Wilde erhalten Metalle nur durch zufällige Einfuhr, so dass Stein- und Knochengeräth noch heute seine Rolle spielt; die Lappen leben noch vom Ren, die Neger noch vom Elephanten und die Buschmänner kritzeln Figuren, wie es die Höhlenmenschen Europas thaten. Es erscheint nunmehr die Urgeschichte, namentlich die Urkulturgeschichte des Menschen in Europa als eins der best-

Digitized by Google

geordneten Kapitel der Entwicklung der Schöpfung in der Zeit, ohne dass die Wurzel sehr viel deutlicher blosgelegt wurde, als man es mit Hülfe der noch lebenden Ueberreste niedrig kultivirter Stämme an der Südspitze Amerikas und Afrikas, sowie in Australien und namentlich der von späteren Einwanderern in's Innere indisch-australischer Inseln und indischer Halbinseln verdrängten Urbevölkerung*) zu thun vermochte; ja eher mit dem Resultate, dass es sich bei den Fortschritten mehr um neue Einwanderer als um Umwandelungen gehandelt habe. Wie das Ren dem Rinde und die Waldbäume einander, so schien der Cannibale dem Culturmenschen gewichen zu sein. R. Wagner meinte, die Darwin'sche Hypothese, das Grundproblem der Zoologie in sich schliessend, könne nur durch die Untersuchungen über die ältesten Spuren des Menschengeschlechts und deren Verhältniss zur Geologie und Urgeschichte Europas, zu der ältesten Fauna und Flora der im Freien vorkommenden Thiere und Pflanzen, wie der den Menschen begleitenden Hausthiere und Culturgewächse bestätigt oder widerlegt werden, da die methodische Verfolgung des Problems lange Perioden, wenigstens von Jahrhunderten erfordern würde. Aber Menschenreste sind aus alten Zeiten äusserst sparsam, Hausthiere und Culturgewächse haben zugleich die Frage der grösseren Veränderlichkeit und hatten die Möglichkeit mit den Menschen über sonstigen Organismen entgegenstehende Hindernisse weg eingeführt zu werden, so dass ihre Ableitung dadurch viel schwieriger wird. So scheinen wilde Thiere erfolgreichere Studien zu ermöglichen, wie das die wundervollen Reihen von Elephantenprofilen Falconer's, die Entwicklung jetziger Bären aus dem Höhlenbär, die Verbindung verschiedener lebender Hyänen durch die Höhlenhyäne, der Stammbaum des Pferdes und Anderes beweisen.

Wir müssen von dieser Abschweifung zu einigen wichtigen, direkten Momenten für den Darwinismus in England zurückkehren. Bates war 1859 vom Amazonas heimgekommen und veröffentlichte 1853 seine reizende Reisebeschreibung. Er illustrirte theils die Uebergänge zwischen verschiedenen Arten, theils die Sonderung der Verwandten zu Arten durch Bodenverhältnisse, theils wandte er in eigenthümlicher Weise das Princip der

*) Die Jakun's in Malacca wohnen auf einem Zweigdach in Bäumen, wie deren ja auch bei den afrikanischen Negern vorkommen, und haben als Geräthe nichts als einige Steine, eine halbe Kokosnuss zum Kochgeschirr und ein Stück Bambus als Wassergefäss, wie es die Natur gar leicht gebrauchen lehren muss. Doch benutzen sie das Feuer und haben von den Missionären Ceremonien und Gesänge gelernt. Eine Australnegerin führt in ihrem Sacke einen flachen Stein zum Zerklopfen der Wurzeln, Quarzstücke zu Messern und Lanzenspitzen, Steine zu Aexten, Harz, Kängurubsehnen und Knochen, Opossumhaar, Stücke Haut von Känguruh zum Poliren, Muschelschalen, Thon zum Anmalen, Baumrinde u. s. w. und stets den in trockenem Grase schwehlenden Feuerstock.

Digitized by Google

nützlichen Eigenschaften an zur Erklärung des Vorkommens sonst schwer begreiflicher Uebereinstimmungen neben übrigens geringer Verwandtschaft. Man finde nämlich in Brasilien häufig neben grossen Schwärmen eines Schmetterlinges, z. B. von der Gattung Ithomia, einige Individuen einer oder mehrerer anderer Arten, manchmal sogar aus anderen Familien und Unterordnungen, welche, im Aeusseren jenen zum Verwechseln ähnlich, im Bau wesentlich von ihnen verschieden seien, während sie ihren eigentlichen Verwandten ganz unähnlich seien. Man könne solche nachahmende Arten, als mocking species, auf mocked species beziehen. So gebe es Ithomiaarten, welche sechs bis sieben mockings aus der Gattung Leptalis hätten. Es drängte sich die Vermuthung auf, dass diese durch solche Aehnlichkeiten, oder wie Bates es nannte, mimetic analogies, Nachahmungen, Vortheile hätten, wie durch die früher erwähnten Aehnlichkeiten mit Rinde, Blättern u. s. w. So schien in der That eine Art von Agrias dadurch vor den Vögeln und Raubinsekten geschützt, dass sie einer Callithea gleicht, welche durch ihren Geruch sehr widerlich ist. Für eine Callithea angesehen, wird diese Agrias unbehelligt bleiben, sie schmuggelt sich in ihrer Verkleidung durch. Das ist also eine sehr exakte und auf Ungewöhnliches bezogene Art von mimicry, von disguises of nature, natürlicher Maske. Die Vermeidung der Gefahr steht übrigens hier immer etwas näher der gewöhnlichen schützenden Wirkung natürlicher Masken als der lange bekannte Vortheil, dessen sich gewisse Fliegen und Käfer durch die Aehnlichkeit ihrer äussern Erscheinung mit bienenartigen Insekten erfreuen, indem sie unbemerkt in deren Nester gelangen, wo sie ihre Brut ablegen. Edward Doubleday hatte übrigens 1846 in seinem Werke Genera of diurnal Lepidoptera darauf aufmerksam gemacht, dass gewisse Leptaliden den Heliconiden, zu welchen die Gattung Ithomia gehört, wenn sie ihnen an Gestalt und Farbe ähnlich sehen, auch in einer besonderen Eigenthümlichkeit der Adern der Hinterflügel gleichen. Es ist wohl zu beachten, dass daraus viel eher eine wirkliche Verwandtschaft als eine Nachäffung zu erschliessen wäre. Das wichtigste Motiv für die Annahme der letzteren fiele damit weg.

R. Wallace veröffentlichte 1864 seinen Aufsatz über die Erscheinungen der Veränderung und geographischen Verbreitung der Papilioarten des malayischen Archipels, welchen 120 Arten dieser Gattung bewohnen, davon 29 auf Borneo, 27 auf Java, 21 auf Sumatra, sechs bis zehn auf jeder der kleineren Inseln. Dabei kommt einfache, unregelmässige Veränderlichkeit vor bei Papilio severus; Polymorphismus zeigt P. memnon, indem in der Descendenz eines Paares ein Theil der Weibchen von den Männchen nur durch die braune oder aschfarbige Färbung bis zum Weissen mit dunkelgelben und rothen Zeichnungen verschieden ist, wobei die Vorderseite, wie beim Manne mit rothen Flecken und unterbrochenen Fleckenreihen, bessere Verbindung bildet, die andere, unver-

Digitized by Google

ändert braun im Grunde, dazu geschwänzte Hinterflügel und weisse und ledergelbe Streifen auf denselben hat, beide Sorten unvermittelt und wieder mit gemischter weiblicher Nachkommenschaft, während die Männchen überall tief schwarz mit hellaschblau bestäubt sind und runde, sporenlose Hinterflügel behalten. So gehören auch zu P. pammon, ausser den nur mit einem rothen Fleck ausgezeichneten gewöhnlichen Weibchen, noch P. polytes und vielleicht P. romulus als weitere Weiberformen, und P. ormenus aus Neuguinea und den Molukken hat drei von ihm ganz verschiedene Weibchen; bei P. alphenor ist das Männchen stets sich gleich, das Weibchen ganz anders und sehr veränderlich.

Lokale Einflüsse machen sich dabei in Folgendem geltend:

1. Die indischen Arten von Sumatra und Java sind stets kleiner als die verwandten von Celebes und den Molukken.

2. So sind, wenn auch weniger auffällig, auch die Arten von Neuguinea und Australien kleiner als die nächsten Arten und Varietäten der Molukken.

3. Unter den Molukken ist es Amboina, welches die grössten Arten und Individuen hat.

4. Die Arten von Celebes kommen denen von Amboina gleich und übertreffen sie zuweilen.

5. Die von Celebes haben verlängerte und schärfer gekrümmte Vorderflügel und Flugbeschleunigung; 13 Papilio von dort theilen das mit 10 Pieris und 5—6 Nymphalis. Diese Eigenthümlichkeit fehlt dem P. polyphontes, welcher vielleicht einen andern Schutz habe.

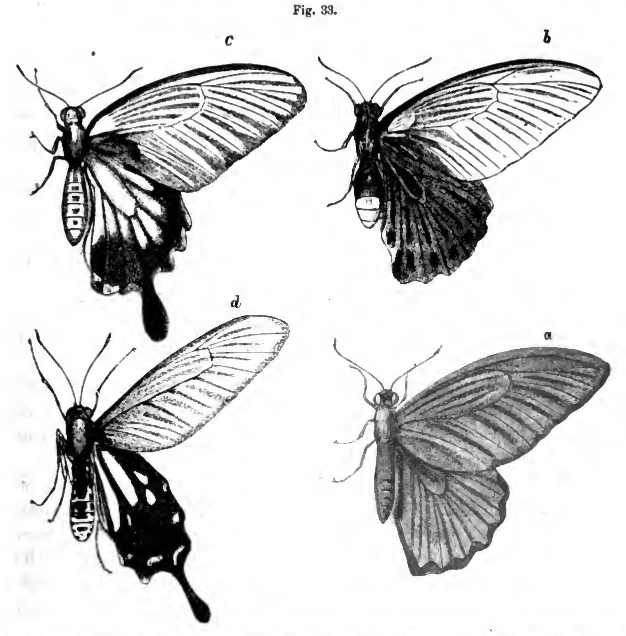
6. Geschwänzte Arten Indiens und der westlichen Inseln verlieren östlich die Schwänze. Sowie Wallace Memnon auffasst, wäre es zutreffender zu sagen, die ungeschwänzten bekommen westlich Schwänze.

Vierzehn Papilioniden Indiens und des malayischen Archipels imitiren die wenig gesuchten gemeinen Danaiden; solche genaue Nachahmung findet sich fast nur bei Zusammenwohnenden und ist zuweilen so gross, dass sie die Sammler täuschte. Der Reichthum des Archipels, gegen 120 Arten Südamerikas, 65 des tropischen Asiens und 40 Afrikas (sowie 3—5 Europas) ist der Trennung in Eilande zuzuschreiben. Man kann die Arten in zwanzig Gruppen theilen, von denen sieben auf die indo-malayische, drei auf die austral-malayische Abtheilung beschränkt sind. Die Vulkankette lässt Java und Sumatra als erst kürzlich getrennt erscheinen; diese grossen Inseln sind durch die zwischenliegenden Inselchen der Sundagruppe fast verbunden und doch mehr verschieden als das durch ausgedehnte See von ihnen getrennte und nicht vulkanische Borneo. Je zwanzig Arten von Borneo kommen auf Sumatra und Java vor, diese erscheinen hauptsächlich, Sumatra fast ganz, von Borneo bevölkert und durch es verbunden gewesen. Borneo und Java haben zwei Arten, Sumatra nicht eine für

Digitized by Google

sich, aber Celebes siebzehn; es erscheint wie eine zusammengeschmolzene Gruppe von Inseln. Diese Insel stellte einen der ältesten Theile des Archipels vor, älter als die Gruppen zwischen ihm und Australien oder

Fig. 33.



Geschlechtsdimorphismus, Polymorphismus der Weiber von Papilio Memnon Linné und angebliche mimetische Analogie mit Papilio coon. Die Abbildungen sind etwa in der Hälfte der natürlichen Grösse nach Exemplaren des Heidelberger Museums gemacht.

a. Das schwarze Männchen, der P. Protenor Esper's. In der Zentralzelle der Vorderflügel sind die fünf dunklen Striche, welche bei den Weibern auffällig sind, immerhin auf dem schwarzen Grunde zu erkennen. Auf Vorderflügeln und Hinterflügeln sind die zum Rande laufenden Adern von Streifen aus vereinzelten blaugrünen Schüppchen begleitet, was im Holzschnitt nur durch eine Abschwächung des Tones wiedergegeben werden kann. b. Ein braunes Weib mit einem grossen und einem ganz kleinen rothen Fleck an der Wurzel der Vorderflügel; auf den Hinterflügeln sind die Randadern ebenfalls von blaugrünen Schüppchen begleitet und der Innenwinkel zieht ein wenig in's Ockergelbe; diese Farbe hat auch die Hinterleibspitze. Im Uebrigen drückt die Schattirung den dunklern und hellern braunen Grund aus, letzteres fast bis zum Durchsichtigen. c. Ein geschwänztes Weib, der Papilio Achatiades Esper. Dasselbe ist, mit 14 cm. Flügelspannung, grösser als die vorigen. Die Vorderflügel unterscheiden sich von b durch die Abbleichung des rothen Fleckens fast in Weiss. Die Hinterflügel sind der Mannesqualität von blaugrünen Schuppen ganz untheilhaftig und besitzen in der Gegensetzung weisser Felder gegen schwarzbraunen Grund ein ganz neues Element. Dieses und der Sporn bedingen vorzüglich die, von Wallace als mimicry genommene, grössere Aehnlichkeit mit: d. Papilio Coon Fabricius, der in den braunen Vorderflügeln dem vorigen nicht ähnlicher ist als dem unter b. Die Felder sind übrigens bei d ersichtlich ganz anders; zwei Ecken der Hinterflügel nach Innen vom Sporn sind scharf gelb, der Schnitt der Flügel ist ganz verschieden und ihre Spannung misst nur 12,4 cm.

Digitized by Google

Indien, und hat einen Theil der organischen Welt eines alten Landes bewahrt. Es gebe, sagt Wallace, so viele Zeichen allmählicher Umwandelung und der Abhängigkeit von physikalischen und organischen Umänderungen, dass man ebensowohl annehmen könnte, es seien nie Ablagerungen in früheren Meeren gebildet worden oder die fossilen Muscheln seien nicht Denksteine einer früheren Welt, als alle Arten seien so geschaffen, wie sie jetzt bestehen. Die Anwendung der Statistik auf die Arten ist seitdem vielfach gemacht, aber nie so energisch und so nützlich. Wallace hatte, wie es scheint, den besten Schlüssel für die Thiergeographie mit Celebes und der Strasse von Makassar getroffen. 1867 folgte eine Arbeit on mimicry and other protective resemblances among animals und 1868 die ganze Beschreibung der Reise, in welche die obigen Mittheilungen wieder verflochten sind, zum Theil erweitert. Davon ist noch hervorzuheben die mimetic analogie, welche für die geschwänzte Form des Weibes von Papilio memnon gefunden wird mit P. coon*), und ähnlich für das Weib des nahe stehenden P. androgeus mit P. Doubledayi, welcher den P. coon in Vorderindien ersetzt, sowie zweier Weibchen des gleichfalls nahe stehenden P. theseus mit P. antiphus und P. Doubledayi. Wallace verglich diese Dimorphismen unter den Weibchen und Trimorphismen innerhalb der Art dem Falle, dass ein Engländer Frauen verschiedener Farbe habe und seine Söhne sämmtlich dem Vater, die Töchter jeder Frau aber den verschiedenen Müttern ähnlich sähen.

Bei dem hohen Interesse der mitgetheilten Thatsachen scheint mir die Deutung von Wallace nicht geboten und eher unrichtig. Genauer betrachtet handelt es sich, wenn Bastardirungen ganz auszuschliessen sind, wie wir annehmen, um eine Combination von zwei Ausführungen des Dimorphismus, des in der Bildung von Schwänzen oder Sporen und des in der Färbung, welche beide einzeln bei den Papilioarten häufiger sind und als Geschlechtsdimorphismus oder in gewöhnlicher Varietät auftreten können. Es erscheint vorschnell, das ohne bestimmte Beweise als mimetic analogies zu verstehen. Da es sich hier um Arten einer Gattung handelt, ist noch mehr Veranlassung vorhanden als in den Beispielen von Bates diese Aehnlichkeit eher zu verstehen als Beweis alter Verwandtschaft; so dass die Weibchen oder eine Form derselben nicht mit später angepasster Eigenschaft mimicry trieben, sondern Träger ererbter Eigenschaften, die Männchen und die etwaigen anderen Formen der Weibchen aber von der frühern Form abgewichen seien. Ist es ja ohnehin gewöhnlich, dass die Männchen aus dem Bilde der Verwandtschaft am Meisten heraustreten, und für den Nutzen, welchen mimicry hier bieten sollte, ist nicht eine Ahnung.

Ein sehr vorzüglicher Schmetterlingskenner Staudinger hat für die Varietätenbildung 1873 folgende Kategorieen aufgestellt:

*) Siehe Fig. 33 auf der vorigen Seite.

Digitized by Google

1. Zufällige Aberrationen bei Arctia caja Lin., Cidaria truncata Hfn.

2. Lokalvarietäten: Zygaena occitanica Vill. in Frankreich wird bei Granada Z. albicans Staud., in Katalonien zur dunklen Z. iberica Staud.; Zygaena rhadamanthus Esp. in Südfrankreich verwandelt in Katalonien das Roth der Hinterflügel in Schwarz und wird so Z. Kiesenwetteri Herr. Sch.; Z. ephialtes L. gab vom selben Weibchen in Steiermark fünf bis sechs der beschriebenen Formen, während in Griechenland und Norddeutschland sich die Extreme befestigt haben. Vanessa urticae Lin. wird in Korsika und Sardinien V. ichnusa Bon., im hohen Norden V. polaris Staud.

3. Vikariirende, das heisst unvermittelte Varietäten, so Vanessa Milberti God. in Nordamerika.

4. Zeitvarietäten: Arashnia levana L. Frühlingsgeneration, A. prorsa, Sommervariation; Anthocharis belemia Esp. giebt im selben Sommer A. glauce Hübn., überwinternd wieder belemia. Auch amerikanischer Formen haben wir beim Polymorphismus gedacht.

5. Futtervarietäten: Ellopia prosapiaria L. ist rothbraun auf der Kiefer, wird die grüne E. prasinaria Hübn. auf der Fichte; Cidaria obeliscata Hübner wird bei gleichem Futterwechsel ebenso aus Rothbraun in's Grüne verändert als C. variata Schäff.

6. Hybriden: Smerinthus hybridus Westm. Bastard aus S. ocellata L. ♂ und S. populi L. ♀*); wenn S. populi als ♂ fungire, gleiche das Junge ganz ihm.

7. Sexuelle Varietät in Dimorphismus, z. B. bei Epicalia nyctimus Westm. aus Südamerika. Sehr auffällig ist auch der geschlechtliche Dimorphismus des Papilio pammon, dessen Weib, bis Westermann die Zugehörigkeit entdeckte, als Papilio polytes ging; dann interessant der in der Gruppe des Papilio tullus aus dem heissen Amerika und der bei den Ornithoptera des Gebietes der Molukken und Australiens. Der Polymorphismus der Weibchen, dessen wir bei Wallace erwähnten, namentlich die fünferlei Weibchen von Papilio memnon, reihen sich an.

8. Dimorphismus der Larven an Raupen und Puppen. Für jene erwähnten wir oben Acherontia atropos und Metopsilus elpenor.

Die Wirkungen äusserer Umstände sind in den Futtervarietäten sicher bewiesen, in den zufälligen, den Lokal- und Zeitvarietäten und den vikariirenden sehr wahrscheinlich. Staudinger glaubt, dass der Weise, wie Darwin mimicry bei Schmetterlingen verstehe, die Seltenheit der mimetischen Arten gegenüber den normal gebliebenen entspreche.

Dass die Motive für den Dimorphismus auch der Zeitvarietäten nicht schwer aufzufinden seien, ist von vornherein anzunehmen. G. Dorfmeister hat 1863 durch Temperaturregelung zur Zeit der Verpuppung oder an frisch

*) Unsere Sammlung hat diesen Bastard.

Digitized by Google

Verpuppten die Zwischenstufen zwischen den dimorphen Formen der vielbesprochenen gelben Arashnia levana, welche aus überwinterten Puppen, und der schwarzen A. prorsa, welche nach einer Puppenruhe von nur wenig Tagen im Sommer entsteht, zu Stande gebracht. Solche Zwischenstufen kommen als A. porima selten in der Natur vor; sie sind Producte langsamerer Sommerentwicklung; niedrigere Temperatur macht die Farben weniger lebhaft. Es ist mir aus meiner Kindheit erinnerlich, dass ein Schmetterlingshändler Haas in Darmstadt Hipparchien oder ähnliche braune Tagfalter, indem er die Puppen in den Eiskeller setzte, grau, indem er sie in die grelle Sonne brachte, schwarzbraun machte, wobei jedoch die meisten Puppen zu Grunde gingen. Es wird durch Versuche zu bestimmen sein, wie weit Licht und Wärme direkt oder durch die raschere Entwicklung indirekt das zu erzeugen im Stande sind, dessen letzte Effekte uns z. B. in den gesättigten Farben wie alpiner Blumen, so auch der Schmetterlinge der Hochgebirge begegnen und es kann geschehen, dass wir finden, aus welchem Grunde sich solches z. B. in den Polyommatus zum Geschlechtsdimorphismus regelt. Solche Versuche werden auch am ersten in Stand setzen, Vererbung einerseits und Variation andererseits abzuwägen und die Bedeutung direkter Einflüsse für Veränderung gegenüber dem indirekten der Auswahl aus Verändertem besser zu bestimmen. Andere meinen freilich, die alpinen Blumen seien in der Wechselwirkung mit den befruchtenden Insekten zu lebhaften Farben gekommen. Dies scheint eine Stelle zu sein, wo auch das Licht, dessen direkte Wirkung sonst bei den Thieren mehr zurücktritt, neben der Wärme in dem Effekte auf Thiere geprüft werden kann. D o r f m e i s t e r hat die Puppe von Vanessa Antiopa ohne Erfolg in Eis gesetzt. Varietäten durch Futterpflanzen verkümmern nach ihm meist. Bastardirung von Zygaena filipendulae ♂ mit ephialtes ♀ gab ihm nur der Mutter gleiche Nachkommen.

Während der Korrektur dieser Bogen hat Weismann in seinen Studien über den Saisondimorphismus der Schmetterlinge mitgetheilt, dass die Sommerform V. prorsa durch Wärmeherabsetzung im Puppenstande nicht allein in porima, sondern auch fast in levana verwandelt werden könne, aber nur f ü r e i n e n T h e i l der Individuen, und dass fast nur ausnahmsweise es gelinge, aus Puppen, welche levana zu geben hätten, durch Erwärmung porima oder gar prossa zu ziehen; dass dagegen Pieris napi unter Kälteeinwirkung s t e t s die an der Flügelspitze weniger breit schwarze Winterform statt der Sommerform ergebe, aber in keinem Falle die Hochalpenform Pieris Bryoniae durch Wärme zu napi gewandelt werden könne. Genauer betrachtet liefert übrigens jene Vanessa nach der Wintergeneration zwei Sommergenerationen und die vierte wird, seltene Fälle beeilten Ausschlüpfens abgerechnet, wieder Wintergeneration. Diese Vanessa ist statt „monogoneuont“ nicht nur „digoneuont“, sondern „polygoneuont“. Bei diesen Verschiedenheiten können Kälte und Wärme nicht als einfache u n -

Digitized by Google

mittelbare Ursachen des Saisondimorphismus, sondern nur als mittelbare erscheinen. Die Vermittelung denkt sich Weismann durch die Eiszeit, während welcher alle Tagschmetterlinge allein Winterpuppen bildeten, monogoneuont mit dem Frühjahrskleide, also z. B. als levana, auftraten, von welchem Zustande aus sie mit Verlängerung des Sommers Sommergenerationen mit Sommerkleidern allmählich ausbildeten, ohne diese jedoch bis dahin so befestigt zu haben, dass sie nicht unter Umständen, also in jenen Versuchen, rückfällig würden, während auch heute jene Aenderung plötzlich hervorzurufen noch unmöglich ist. Pieris napi habe dann die Sommerform in noch späteren Zeiten entwickelt als Vanessa levana und sei deshalb auch sicherer zum Rückfall in die Eiszeitform zu bringen. Weitere Beispiele scheinen zu beweisen, dass einfache klimatische Verschiedenheiten übereinzustimmen vermögen mit denjenigen im Saisondimorphismus einer wärmeren Gegend, hervortretend zwischen zwei Generationen, welche in gemässigteren vielleicht ganz identisch sind und in kälteren der Monogoneuontie Platz machen. Da die zwei Generationen, wenn identisch, z. B. bei Polyommatus phlaeas Linné mit der einfachen übereinstimmen, erscheint die besondere der wärmeren Gegend, hier Italiens, als die abgewichene. Die höhere Temperatur veranlasst also die Farbenänderung; dieses mit Zeichnungsänderung, wie ich das im vorigen Jahre bei Gelegenheit meiner Untersuchungen über den Ursprung einiger europäischer Schmetterlinge erörtert hatte, und ganz im Zusammenhange mit den konstitutionellen Eigenschaften, also z. B. dem Geschlechtsdimorphismus. Der Saisondimorphismus scheint nur zu entstehen, wenn die Puppen alternirender Jahresgenerationen sehr verschiedenen Temperaturen in regelmässigem Wechsel und durch lange Zeiträume ausgesetzt werden, fast nur bei Puppenwinterung.

Im Jahre 1863 versuchte Fritz Müller in Desterro in einer geistreichen Schrift „Für Darwin", vorzüglich für die Krebse, in einem gemeinschaftlichen Stammbaum die Klüfte zu überbrücken, durch welche man diese Klasse bestimmter getheilt erachtet hatte, als sie es ist. Er untersuchte dabei eigenthümlich zerstreut vorkommende Eigenschaften, wie die überwiegend einseitige Handentwicklung, den Eintritt des Athemwassers zu den Kiemen von hinterwärts, die Nauplius ähnlichen Larvenstände, darauf, ob sie Erbtheil oder gleichmässige Errungenschaft seien. Für Ausbildung nützlicher Eigenschaften erschien ihm das Beispiel von Scheerenasseln, Tanais dubius, besonders beachtenswerth, aus einer Gattung, welche ohnehin durch ihre Beziehungen zu Amphipoden wie Isopoden merkwürdig ist. Es seien hier zweierlei Formen für Ausbildung nützlicher Besonderheiten für die Männchen gegeben, indem die einen durch stärkere Haltscheeren, die anderen durch bedeutendere Riechorgane für das Begattungsgeschäft bevorzugt seien. Für das Prinzip dürfte es dabei kaum einen grossen Unterschied machen, ob es sich wirklich hier um Thiere einer Art handelt,

Digitized by Google

oder ob nur die Weibchen äusserlich ununterscheidbar waren, welche zu den beiderlei Männchen sich hielten.

Fritz Müller erklärte die einfache Anwendung der Stufen der Entwicklungsgeschichte auf das natürliche System für thöricht; die in der Entwicklungsgeschichte enthaltenen geschichtlichen Urkunden würden dadurch verwischt, dass jene einen immer graderen Weg einschlage, und gefälscht durch die Veränderung auch der Larven im Kampfe um's Dasein. Müller, indem er ersichtlich die Theorie förderte, hat sehr viel dazu beigetragen, den Darwinismus in weiteren Kreisen annehmbar erscheinen zu lassen.

1863*) habe ich in einigen Aufsätzen über die geographische Verbreitung der Thiere der aller Naturforschung einen frischen Impuls in bestimmter Richtung aufnöthigenden Theorie Darwin's in dem Sinne Anwendung gegeben, aus dem Charakter der Thierwelt Rückschlüsse zu thun auf den Gang der Veränderungen in der Gestaltung der Festländer, das besonders erläuternd an dem Beispiele der australischen Thierwelt. Ich habe jedoch damals bemerken zu sollen geglaubt: Darwin habe zwar der Hervorhebung des Unterschiedes halber wohlgethan, sein Prinzip der natürlichen Auswahl sehr bestimmt dem des Lamarck von den Veränderungen unter der Einwirkung äusserer Einflüsse entgegenzustellen; sein Prinzip sei wesentlich neu, wahr und gewinnbringend; es sei aber doch im Allgemeinen kaum zu bezweifeln und an vielen Punkten geradezu bewiesen, dass wirklich äussere Einflüsse Ursache von Veränderungen werden und prinzipiell müssten wir wohl soweit gehen, in der Verschiedenheit der äusseren Einflüsse allein die Ursachen der Veränderlichkeit, also nicht blos die der Veränderung zu suchen. Auch habe ich betont, wie der Schwerpunkt der Frage, ob aus den Variationen die Summe der Eigenschaften zurückkehre zum alten Bilde und der Artbegriff gewissermassen über den zeitlichen und örtlichen Veränderungen schwebe, oder ob derselbe in allmählicher Wandlung nur vorübergehende Bedeutung besitze, einen direkten Beweis nur durch das Experiment finden könne, für die indirekten aber von der Beobachtung der durch Häufung der örtlichen und zeitlichen Einwirkung gesteigerten Effekte in thiergeographischen und paläontologischen Untersuchungen am ersten etwas zu erwarten sei.

Kölliker hat sich 1864 bemüht, das Prinzip der nützlichen Variation und der natürlichen Züchtung wieder auszuschalten, weil er darin eine teleologische Auffassung fand. Diese aber liegt durchaus nicht nothwendig vor, denn Nutzen ist ein Effekt und braucht nicht bezweckt zu sein. Wenn

*) Durch die nothwendige Karte hat sich der Abdruck jener Arbeiten im Zoologischen Garten Bd. V. und VI. bis 1864 und 1865 verschleppt. Der erste Aufsatz war vor der Veröffentlichung des von Wallace über die Papilioniden des Indo-Malayischen Gebietes geschrieben.

Digitized by Google

Kölliker an dessen Stelle den grossen Entwicklungsplan setzt, welcher zu immer mannigfaltigeren Entwickelungen treibe, so ist dieser Ausdruck gewiss den teleologischen Gewohnheiten nicht fremder. Besonders meinte Kölliker den Generationswechsel mit in Rechnung bringen zu sollen als einen Fall sprungweiser Abweichung der Brut von den Eltern. In seinen Schlussbemerkungen zur anatomisch-physiologischen Beschreibung der Alcyonarien hat Kölliker später weitere Betrachtungen zur Descendenzlehre und eine Entwicklungsgeschichte des Pennatulidenstammes niedergelegt. Er verstehe unter Entwicklungsplan oder Entwicklungsgesetz in der organischen Natur nichts anderes, als wenn der Mineralog von einem Bildungsgesetze der Krystalle oder der Astronom vom Entwicklungsgesetz der Weltkörper spreche und er meine, dass allgemeine Gesetze hier wie dort die genauesten Uebereinstimmungen der Formeinheiten bewirken, ohne dass für letztere ein genetischer Zusammenhang bestehe. Eine solche Annahme erlaubte ihm weiter die Vorstellung einer selbstständigen Entstehung aller Organismen oder ihrer Entwicklung aus einer grössern Zahl von Urformen, ebenso gut als die der Erzeugung derselben im Verlaufe einer einzigen ungeheueren Formenreihe. Die Gesetze als wirksame Faktoren anzusehen, ist gewiss nicht korrekt; sie sind den Thatsachen abgelesene Vorstellungen, nicht das vorausgegangene Ursächliche. In Kölliker's Betrachtung wären sie das Schaffende. Im Einzelnen scheint ihm die Annahme, dass alle Wasserthiere aus dem Urplasma durch Keime verschiedener Grösse hätten entstehen können, an sich nicht unzulässig; da aber die Entwicklung der Landthiere auf gleiche Weise mit aller Phantasie nicht darstellbar sei, werde überhaupt jede unmittelbare Entwicklung höherer Typen direkt aus dem Urplasma, aus Keimen, nicht gedenkbar. Es sei deshalb anderen einheitlichen, auf alle Organismen passenden Hypothesen der Vorzug einzuräumen. Die Theorien der Schöpfung durch Generatio secundaria, auf welche man so hingewiesen werde, stimmen darin überein, dass sie Entwicklungsreihen annehmen, deren jede verschiedene Typen durchläuft. Jedenfalls ist es berechtigt, darauf hinzudeuten, dass, wie nicht nur Vererbung sondern auch Variabilität, so auch Heterogenesis bei Bildung der Vorstellungen über den Stammbaum, welchen das Thierreich im Ganzen oder in Theilen habe durchlaufen können, mit in's Auge zu fassen sei.

Von besonderer Bedeutung war die Darwin'sche Lehre für die Grundsätze der landwirthschaftlichen Thierzucht. In dieser hatte in den vierziger Jahren Justinus Mentzel das Prinzip, welches Geoffroy die Force conservatrice genannt hatte, so ausgedehnt, dass in den Nachkommen durchaus die Summe der Eigenschaften aller Voreltern zur Geltung komme, für das Quantum der einzelnen in Division dieser Summe durch die Zahl der Voreltern. Die besonderen Eigenschaften des nächsten Vorfahren waren demnach von verschwindender Bedeutung, der Stammbaum deckte die persönlichen Mängel.

Digitized by Google

Aus diesem aristokratischen Prinzip wurde vorzüglich durch Weckherlin die Lehre von der Konstanz ausgebildet, welche dahin ging, dass man die Sicherheit der Vererbung von Eigenschaften eines Thiers nur habe, wenn diese nicht individuelle, sondern die durch eine lange Reihe von Vorfahren gesicherten eines ganzen Stammes seien, dass also die Eigenschaften einer Rasse wesentlich konstant vererbt würden und aus den Schwankungen im Individuum zurückzukehren eine grosse Neigung hätten. Man begreift, dass hiermit die Rasse als etwas mit bestimmten dauernden Eigenschaften Begränztes erschien; man machte ein Dogma der Rasse, wie man eins der Art gemacht hatte. Auf solcher Meinung, welche mehr Hypothese als thatsächlich begründet war, beruhte der Satz: Reinzucht ist die erste Bedingung einer vollkommenen Thierzucht.

Die Lehre von der Konstanz der Rassen ging soweit, dass z. B. Zehentner um des Beweises guter Abkunft Willen einen Hengst 1000 Thlr. höher werth achtete und Wolstein lieber den schlechtesten Hengst bekannter als den besten unbekannter Abkunft zur Zucht benutzen wollte. Die Verwandtschaftszucht, meist in der nächsten Familie als Inzucht geübt, war das sicherste Mittel, nicht aus der Rasse zu fallen. Die Schäden der Verwandtschaftszucht hatte man jedoch zu sehr erfahren, um nicht, trotz der Theorie, in der Praxis sich vielfach zur Blutauffrischung und Kreuzung veranlasst zu sehen.

In der Wissenschaft hatte schon 1857, also vor Darwin, Hermann von Nathusius Hundisburg der Mentzel-Weckherlin'schen Konstanztheorie, der Lehre von der unbedingten Bedeutung der Voreltern gegenüber hervorgehoben, dass unter allen Umständen die individuellen Eigenschaften für die Vererbung ein starker Faktor seien, namentlich darauf gründend, dass viele der nutzbarsten und edelsten Stämme gar keinen Anspruch auf Rassenreinheit hätten. Er zeigte, dass gewisse physiologische Eigenschaften, von den Rasseneigenschaften unabhängig, die Bedeutung der Kulturthiere oft mehr bedingen als jene, so Leistungsfähigkeit, Futterverwerthung, Frühreife, und dass jenen physiologischen Eigenschaften die landwirthschaftliche Schule, Mangels der greifbaren Merkmale in ihrem Konstanzbegriff, gerecht zu werden ausser Stande war. Der Satz von Nathusius: „Nicht die Reinheit der Rasse, sondern die persönlichen Eigenschaften eines Thieres bedingen seinen Werth für die Zucht“, darf jedoch nicht so interpretirt werden, dass damit Eigenschaften ausser Acht gelassen werden sollen, welche erst in der Reihe zum Vorschein kommen können. Wir wissen sehr wohl, dass ein Thier Eigenschaften vererben kann, welche an ihm nicht zu Tage traten, welche es aber doch von seinen Vorfahren ererbt hat. Am gröbsten zeigt sich das für die Geschlechtsbesonderheiten. Es ist in solchen Fällen manchmal der Zusammenhang dahin deutlich, dass das vorhandene Erbtheil eine Anlage darstellt, deren deutlichere Ausbildung

Digitized by Google

oder auffälligere Konsequenzen nicht immer eintreten; andere Male fehlt uns jedes weitere Verständniss, auch ist unser Massstab oft ganz ungenügend. Wir selbst haben, übrigens in der Hauptsache Nathusius beitretend und das dringende Bedürfniss der von ihm gegebenen Reform anerkennend, in logischer Konsequenz erhebliche Zweifel, ob ein Thier eine an ihm zum ersten Male aufgetauchte oder in der Reihe der Ahnen nur in langen Intervallen, jedenfalls nicht regelmässig, besonders bei den nächsten Verfahren nicht oder weniger gegeben gewesene Eigenschaft ebenso stark vererben werde, als eine durch einen langen Stammbaum in voller Höhe versicherte. Settegast trat schon 1859 Nathusius bei und ging in Anerkennung des Darwinismus über ihn hinaus.

Für die Ausbildung persönlicher Eigenschaften nach den Umständen gab Nathusius 1864 ein Beispiel in seinen klassischen „Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel". Die Form erschien ihm nur in der Anlage erblich, die Ausführung Produkt der Ernährung und sonstiger Lebensweise. Später hat Nathusius dahin unterscheiden zu können geglaubt, dass sich natürliche, morphologische Eigenschaften im Ganzen sicher, physiologisch bedingte nur in der Anlage, zufällige gar nicht oder selten, Missbildungen selten, erbliche Krankheiten sehr vererben. Die hier gemachten Kategorien haben allerdings keine volle Schärfe; es ist nicht möglich, Morphologisches vom Physiologischen im Gesunden, Missbildungen von Krankheiten ganz und gar zu trennen und dabei die Vererbungsfähigkeit gesondert zu bestimmen. Auch hier heisst es „Natura non facit saltum". Eine „erbliche Krankheit" heisst allerdings deshalb so, weil sie sich sehr gewöhnlich vererbt. Eine Untersuchung müsste sich also darum drehen, welcher Art im Uebrigen sind Missbildungen oder Krankheiten, welche sich vererben, mit welchem Grad der Wahrscheinlichkeit vererben sie im Ganzen oder Einzelnen, welche Beziehungen lassen sich zwischen den sonstigen Eigenschaften und dem Grade der Erblichkeit finden, und welche Aufklärung kann daraus für Vererbung überhaupt gewonnen werden. Eine Missbildung kann Rasseneigenthümlichkeit sein, so der Albinismus, welcher bei Menschen, Kaninchen, Frettchen, Mäusen, Ratten eine der am sichersten vererbenden Eigenschaften bildet*). Diejenigen Missbildungen, welche deutlich auf Verbindung mehrerer Embryonen beruhen, haben selten auf Vererbung untersucht werden können; bei den siamesischen Zwillingen hat sich der Zustand zunächst nicht vererbt. Manche Missbildungen gehen hervor aus grobstörenden Einzelerlebnissen im Embryonalstande, ihre Vererbungsfrage wird mit der für im freien Leben errungene Eigenschaften zusammenfallen**).

*) Lydtin berichtet, dass in Mezöhegyes der arabische Halbblutbeschäler, Schagir X., obwohl bedeckt mit melanotischen Geschwülsten unter der Haut, weil er sie nicht vererbt, anstandslos zur Zucht benutzt wird.

**) Nach Draper Makinder vererbte sich ein Mangel an Fingerphalangen durch

Digitized by Google

Obwohl Nathusius der Darwin'schen Lehre eine tiefere Bedeutung abstreitet, weil die Formabänderungen, soweit die Beobachtungen rühren, sich innerhalb bestimmter Gränzen bewegen, so ist er doch vielleicht innerlich mehr der Transmutationslehre verwandt und hat ihr mehr genützt, als überhastige Anhänger, welche, weil sie durch ihre Erfahrungen ihrer Phantasie Schranken anzulegen nicht vermögen, unverzagt in jede Bahn eintreten. Für die zootechnische Rassenverbesserung können wir nach den von Nathusius gegebenen Fingerzeigen mit Sicherheit bestimmte wissenschaftliche Grundlagen zu gewinnen hoffen. Nichts würde mehr im Stande sein wissenschaftlicher biologischer Forschung Anerkennung in den praktischen Disziplinen zu verschaffen, als Ausbau in dieser Richtung.

In einer ähnlichen Weise wie H. v. Nathusius gab Rütimeyer von 1860 an ein Beispiel, wie auf dem neuen Boden durch gründliche Spezialarbeiten zu nützen sei. Nachdem ihm die Schweizer Pfahlbauten Gelegenheit gegeben hatten, das Bestehen zahlreicher, jetzt aus Mitteleuropa verschwundener grosser Säuger in jener Periode, die Veränderungen unserer Haussäugethiere seit der Steinzeit, sowie die Erhaltung von Resten der ältesten Hausthiere jener Zeit, der Torfkuh im Braunvieh, des Torfschafs und Torfschweins in Graubünden neben romanischer Sprache und kurzköpfigem Menschenschlage nachzuweisen, die Pfahlbauperiode aber durch die Befunde der vom Mammuth und Nashorn sich nährenden Menschen von Aurignac als eine verhältnissmässig neue zu erkennen und die Vermuthung auszusprechen, ältere Menschenreste seien unter dem Schutte der alten Gletscher zu suchen*), verfolgte er die Familien, in welchen unsere Hausthiere stehen, zum Theil auf ihre Entwickelung. Man wusste schon länger, dass ein engeres Band für Säugethiere, welche erwachsen weniger ähnlich sind, durch die Jugendformen gewonnen werden kann, wie man auch in anderen Thiergruppen einen der ausgezeichnetsten Gesichtspunkte darin hat, dass embryonale Charaktere oder Larvencharaktere oder Jugendcharaktere, welche verschiedenen Gruppen gemeinsam sind, in einigen überwunden werden, in andern nicht, oder solche, welche bei einigen Jugendcharaktere sind, bei anderen erst den Erwachsenen angehören.

So haben Löwen und Puma's nur jung, erstere selten über das dritte Jahr hinaus Flecken, Leoparden haben sie jung und behalten sie immer; Geparde und Jaguare haben sie jung nicht, erhalten sie aber später. Einige Hirsche kommen nie über den Spiess, die Gabel oder die drei Enden jedes Geweihes der einjährigen, zweijährigen, dreijährigen Edelhirsche hinaus; Axis und Damhirsch und das Weibchen des Sikahirsches behalten

drei, nach Wallis Fingermehrzahl durch sechs Generationen. Ich selbst kenne einen Fall von Vererbung eines abnorm kleinen Fingers durch mindestens drei Generationen und ohne Beschränkung auf ein Geschlecht.

*) Tiddeman fand in der Victoria-Höhle bei Settle (Settle-Cave) in York-shire ein, wie er meint, präglaziales Wadenbein.

Digitized by Google

die weissen Zeichnungen, welche das Reh, der Wapitihirsch, der Edelhirsch und das Wildschwein bald ablegen. Gewisse Reiher bringen es zeitlebens nicht über eine bräunliche oder bläuliche Färbung, aus welcher andere zum reinen Weiss sich aufschwingen. Einige Amphibien legen die Kiemen und Schwänze ab, andere behalten diese oder diese und jene. Einige Krebse sind nur jung langschwänzig, andere bleiben es. Solche Differenzen können in Beziehung zur Veränderlichkeit Erwachsener stehen; so haben zuweilen Tapire, Bären, so hat ein Theil der zentralasiatischen, in zahlreichen Arten unterschiedenen Edelhirsche erwachsen mehr oder weniger, oder nur zu gewisser Jahreszeit Flecken oder Zeichnungen, welche die Jungen immer besitzen. So giebt es andererseits Damhirsche, welche gar nicht und solche welche nur im Sommer gefleckt sind.

Nach Rütimeyer stellen sich im Vergleich benachbarter Arten von Säugern Milchgebiss und jugendliche Schädelform als das heraus, an dem man am Besten den Descendenzzusammenhang erkennen kann, als sicherstes Substrat der Erbschaft, als Familieneigenthum; das Wechselgebiss, die späteren Schädelgestalten sind viel wandelbarer. Die Vererbung ist für ihn wie für Geoffroy das konservative oder stationäre Element; diesem entgegen steht ein progressives, metaboles, der Erwerbung. So kann es in einer Gruppe Verwandter stabile, terminale, progressive Typen geben. Jenes angewandt auf die Wiederkäuer, so bleibt dem fötalen Wiederkäuerschädel der Antilopenschädel am treuesten, indem er ein kräftiges, horizontal gelagertes Scheitelbein behält; der Rinderschädel entfernt sich am weitesten durch die Unterdrückung der Scheitelbeine zu Gunsten der hörnertragenden Stirnbeine. Es kann hier, wie nach Müller bei den Krebsen, ein Erbtheil wie in den Jugendzustand zurückgedrängt, so auch gänzlich überwunden, ausgeschaltet sein.

1868 stellte Moritz Wagner die Wanderung der Organismen, Migration, als nothwendige Bedingung der Entwickelung von neuen Varietäten und Arten dar. Die Fortbildung und Befestigung individueller Merkmale ohne Isolirung hielt er für unmöglich, da nur durch die Isolirung eine stete Kreuzung mit unveränderten Stammesgliedern verhindert werde. Es wäre dann die Vermischung der etwas von einander Abweichenden und gemischte Vererbung die Ursache dafür, dass die Abweichungen gewöhnlich in gewissen Schranken hin- und herpendeln. 1870 entwickelte er diese Meinung zu einer Separationstheorie, beschränkte diese aber auf Häckel's Einwürfe auf die höheren Organismen mit getrennten Geschlechtern. Auch Weismann hatte schon 1868 eingewandt, dass die Wirkung der Isolirung nicht durch die Abschliessung vom Stamme sondern durch die besonderen in dem abgeschlossenen Terrain gegebenen Lebensbedingungen zu suchen sei, auch dass der sexuelle oder andere Dimorphismus und Polymorphismus aus der Isolirung nicht erklärt werden könnten und dass manche Arten, so Vanessa cardui, trotz der Isolirung nicht variirten.

Digitized by Google

Die Einwände sind begründet, doch ist es ersichtlich, dass, wenn Besonderheiten eingetreten sind, oder Veranlassung für solche vorliegt, der Ausschluss der Kreuzung dieselben rasch fördern und sichern muss. Auch muss die Isolirung nicht eines Paars, sondern einer gewissen Menge diese ihren Schicksalen gewissermassen ungebändigt durch Konkurrenz wie rein von Kreuzung entgegen treiben.

Einen reellen Beweis, nach welchem sehr zu verlangen man allen Grund hatte, schien 1866 Hilgendorf*) für die Transmutation in der Zeit zu geben, indem er aus den früher für verschiedene Arten der Gattung Planorbis und Valvata erklärten Sumpfschnecken des Süsswasserkalks von Steinheim auf der rauhen Alp bei Ulm eine, sich hin und her zu Limnäen und Planorben wendende, zusammenhängende Reihe einer einzigen Schneckenart Planorbis (Carinifex) multiformis Bronn darstellte, bald flach, bald gethürmt; bald glatt, bald gerippt; bald gewölbt, bald eckig; bald gross, bald klein. Neumayr hat uns später eine ähnliche Reihe von Melanienschnecken aus jung tertiären Lagern in Slavonien vorgeführt. Fridolin Sandberger hat jedoch 1873**) gegen Hilgendorf bewiesen, dass in allen Schichten jenes Steinheimer Süsswasserkalkes sich, wenn auch in verschiedenen Mengen, alle Formen, glatte und kegelförmige des Carinifex multiformis und neben ihnen und unter einander, wie gegen Carinifex, unvermittelt ächte Planorbis, P. Zieteni Braun und P. costatus Zieten, finden, dass auch die embryonalen Schalen gänzlich verschieden seien. Eine Entwickelungsreihe aus auf einander folgenden Formen bestehe also nicht. In allen Schichten variirten andere Schnecken, Gillia utriculosa und Limnaeus socialis ebensostark. Den Gründen Sandberger's haben sich auch solche Paläontologen nicht verschliessen können, welche der Descendenztheorie anhängen, z. B. der Amerikaner Hyatt, welcher für die Ammoniten gerade eine Schilderung der Entwickelung in der Zeit nach dieser Theorie gegeben hat.

Wie für Amphibien schon lange ein natürliches Band zwischen denen mit perennirenden Kiemen und denen ohne solche dadurch gefunden war, dass die letzteren doch in der Jugend Kiemen ausbildeten, so ergab die Entwickelungsgeschichte darüber hinaus für höhere Wirbelthiere, dass sie wenigstens ebenfalls im Embryonalstande sehr vergängliche und kiemenlose Kiemenspalten am Halse ausbildeten, deren Konsequenzen in der Gliederung des Systems der Aortenbögen liegen. Solche Beispiele sind den Vorstellungen von einer kontinuirlichen fortschreitenden Entwicklung der Thierwelt besonders günstig gewesen. Nun geschah es 1865, dass im Amphibienhause des Jardin des plantes zu Paris ein Axolotlweibchen, angeblich Siredon lichenoides, laichte. Cuvier und Rusconi hatten die Siredon für Larven erklärt; sie sehen in der That kiementragenden Salamanderlarven höchst ähnlich. Hunter

*) Monatsbericht der Berliner Akademie.

**) Wiesbadener Naturforscherversammlung.

Digitized by Google

sah sie für erwachsen an und man fand Eier in den Ovarien. Später waren Gray, Girard und Baird wieder der Meinung, sie seien doch Larven von Ambystoma punctatum. Dadurch, dass jenes Individuum laichte, schien die Sache entschieden. Die Eier fielen nach einem Monat aus, die Kiemen vervollkommneten, die Beine bildeten sich. Da verloren Ende October vier oder fünf der jungen Siredon zur grössten Ueberraschung die Kiemen und den Rückenkamm, wurden weisslich gefleckt, entwickelten die Schnauze, wobei die Gaumenzähne weiter zurück zu stehen kamen und die zwei seitlichen Haufen derselben sich quer verbanden, erhielten so ein ganz neues Ansehen, wurden Ambystomen. Bei der Brut des nächsten Jahres geschah das bereits für neun Stück und so fort. Man mochte die kiemenlosen Thiere halten, wie man wollte, sie gaben keine Eier; die seit Jahren verwahrten und fruchtbaren Eltern behielten dagegen ihre Kiemen. Die Thiere mit den Merkmalen des Ausgewachsenseins waren unfruchtbar, die unausgebildeten waren geschlechtsthätig. Man konnte nicht zweifeln, dass Siredon zum Ambystoma zu werden vermochte, aber es blieb unklar, unter welchen Umständen oder bis zu welchem Grade das, was sonst eine Vollendung war, auch hier als eine solche betrachtet werden dürfe. Für das Stehenbleiben auf dem unreifen Stande hat man Beispiele in den Kaulquappen, welche bei mangelndem Licht und Wärme in ihrem Stande bleiben, und von welchen nach Hamlin in Nord-Amerika ein Theil regelmässig im Herbst die Entwickelung nicht fertig bringt und sie erst im nächsten Frühling vollendet; für die Fortpflanzung im unausgebildeten Stande in Triton alpestris, welcher nach Philippi zuweilen Eier und Samen trägt, während er noch Kiemen hat; für eine im Gegentheil überrasche Entwickelung in Salamandra atra der Schweizer Alpen, welche ihre Jungen zuweilen erst nach Schwund von deren Kiemen zur Welt bringt; aber dass nur die Larven fruchtbar seien, war nie dagewesen. Man kann die Sache vielleicht so verstehen, dass frühzeitig eintretende Geschlechtsthätigkeit die Metamorphose des Siredon lähme und später solche nicht mehr geschehen könne; die Abschaffung der Kiemen würde also immer das Erwachsen bezeichnen und wird es sich wohl ergeben, dass eine Fruchtbarkeit der Ambystomen auch vorkommt. Jedenfalls hatte man hier etwas, was eine Ausnutzung ungleicher Generationen für Artumgestaltung zur Verfügung stellte, mehr als bei einem typischen Generationswechsel. Man konnte sich Tritonen und Salamander vergangener Zeiten auch erwachsen mit Kiemen, zukünftiger Zeiten auch jung ohne Kiemen, Frösche ohne Beine oder mit Beibehalt der Schwänze fruchtbar denken. Die embryonalen Formen gewannen an Elasticität für die Benutzung als Bindeglieder und wirkliche Beweise der Geschlechtsverwandtschaft.

Als solle Alles zusammenkommen, fand 1862 Witte bei dem Fossilienhändler und Lehrer Haeberlein in Pappenheim das merkwürdige Skelet von Archaeopteryx macrura oder lithographica, oder nach Wagner

Digitized by Google

Gryphosaurus, aus dem Solenhofer Schiefer, ein Thier, welches den lebenden Vögeln viel näher kam als die schon als Uebergangsformen angesehenen Flugeidechsen, Pterodaktylen und Rhamphorhynchen, indem es Federn, ein Gabelbein und ein Laufbein mit drei Köpfen hatte, aber doch zwei freie Finger statt eines und zwanzig gestreckte Schwanzwirbel, an welchen die Federn nicht im Fächer, sondern zweizeilig standen, statt des in Wirbelverschmelzung verkürzten gewöhnlichen Vogelschwanzes. Man hatte den Urvogel. Wagner und Giebel glaubten wohl ohne allen Grund nicht recht an die Federn. Odontopteryx tolipiacus Owen reiht sich neuerdings an, ein Vogel aus dem London Thon von Sheppey, in Grösse des Schwans mit abwechselnd grösseren und kleineren Zähnen in jedem Kiefer. Die Belebung paläontologischer Studien war auch an anderen Stellen auffällig, so beispielsweise für die Hirsche in der Arbeit von Fraas, für die Moschusthiere in der von Milne Edwards, beide im Sinne natürlicher Verwandtschaft wirksam.

Bei den Botanikern hat die Lehre von der Wirksamkeit des Nutzens auf die Eigenschaften fast noch sichereren Beifall gefunden, als bei den Zoologen, ziemlich allein mit Ausnahme von Wiegand. Dieser, in eingehendster Kritik erachtet die Arten im Unterschiede von den Varietäten durch absolute Differenzen geschieden, am ersten polyphyletisch entstanden. Er nimmt jedoch vor der Periode der fertigen Arten mit konstanter Vererbung eine Primordialperiode an, in welcher die Urzellen der Arten im Monerenstande einen monophyletischen Stammbaum hatten. In den gegen seine Einwände gerichteten Streitschriften Jäger's, eines der geschicktesten Vertreter des Darwinismus und neueren Herausgebers der eigenen Schriften Darwin's, findet sich neben schärfster Polemik manche wichtige philosophische Durcharbeitung einzelner Momente und nicht weniges zoologische Thatsächliche von Interesse. Ein Haupteinwand Wiegand's und Anderer, dass die sehr geringen Anfänge nützlicher Eigenschaften noch nicht nützlich sind und also nicht eine Bevorzugung begründen und dadurch entwickelt werden können, muss dahin erledigt werden, dass zunächst die verschiedenen erlittenen Einwirkungen die Variationen als Effekt haben, dass dann diese Effekte überall wieder als Ursachen wirken, wenn auch erst nicht in derselben spezifizirten Weise wie später und nicht nothwendig immer und von Anfang an durch ihre eigene Nützlichkeit ihr Dasein sichernd und ihre Ausbildung fördernd, dafür vielmehr öfter zunächst noch vom „Zufall", das heisst von ausser ihnen liegenden Motiven abhängig, auf oder ab schwankend, sich zur Verfügung stellend. Doch blieben auch anderen Botanikern einige Bedenken. So nahm Nägeli an, dass jede Pflanze von selbst die Tendenz habe, nach einer bestimmten Richtung hin zu variiren; es sei weiter vor Allem die morphologische Gliederung, welche bei den Thieren in der Regel mit der Arbeitstheilung zusammenfalle, dies aber bei den Pflanzen nicht

Digitized by Google

thue, da jedes Organ allerlei Funktion ausüben könne, bei den Pflanzen nicht aus dem Nützlichkeitsprinzip zu erklären. Damit wird im Allgemeinen Variation und Anpassung aus dem Erbtheil geboren, was auch ganz logisch ist, aber sich auch mit dem Darwinismus verträgt, so lange man der Variation nur eine gewisse Breite lässt, sie nicht als ein ganz und gar Gegebenes, als eine vorgezeichnete Entwickelungsreihe betrachtet. Pringsheim glaubte bei Sphacelarien Erscheinungen wahrgenommen zu haben, welche eine fortschreitende Entwickelung mit zunehmender morphologischer Differenzirung erkennen lassen. Auch Sachs meint, in der Forschung solche Eigenschaften der Pflanzen, welche keine Beziehung zur Aussenwelt zeigen, die rein morphologischen, von solchen gesondert halten zu müssen, welche es der Pflanze allein möglich machen, unter gegebenen äusseren Bedingungen zu existiren. Es scheine gewiss, dass die letzteren nur durch Adaption im Kampfe um's Dasein erworben werden konnten; die Kultur habe Eigenschaften gegeben, welche für wilde Pflanzen sich nicht eignen. Die ersten und einfachsten Pflanzen entstanden ihm durch Urzeugung. Die äusseren Einflüsse wirkten nicht direkt auf Eigenschaften, welche im Stande sind erblich zu werden, diese treten vielmehr unabhängig von der unmittelbaren Einwirkung der äusseren Einflüsse auf, so dass man entweder in dieser Beziehung wirksame äussere Anstösse als sonst unmerklich oder die Vorgänge im Inneren als in der Art aufeinander wirkend annehmen müsse, dass früher oder später eine Veränderung äusserlich erscheine. Wenngleich die erblichen Eigenschaften unabhängig von direkten äusseren Einflüssen entstehen, so hängt doch die Möglichkeit, ihre Existenz durchzusetzen, von äusseren Umständen ab. Bastarde sind zur Variation geneigt und die sexuelle Vereinigung zweier Individuen kann in gleichem Sinne dafür förderlich betrachtet werden, wie die zweier Arten. Den Pflanzenzüchtern ist Bastardirung eines der wichtigsten Mittel die Konstanz zu erschüttern. Ein Beispiel, wie die Zeit operirt, ist, dass die Kunst die Stachelbeeren in 66 Jahren auf 5 Loth Gewicht hat bringen können. Gegen die allmähliche Arbeit sollen dagegen Beispiele von Köstlin sprechen, dass alle falschen Akazien mit stachellosen Zweigen von einem 1803 gefundenen Exemplare, alle gefüllten Rosskastanien von einem einzigen bei Genf gefundenen und von 1824 an durch Pfropfreiser vermehrten Baume stammen.

Dass es an Pflanzen Eigenschaften gebe, welche keine Beziehung zur Aussenwelt hätten, und deshalb von der Anpassung auszuschliessen wären, ist uns ebenso verwunderlich, als es uns bei Thieren dünken würde. Ebenso wenig wüssten wir einen Grund durch äussere Einflüsse neuerdings entstandene Eigenschaften von der Erblichkeit im Prinzipe auszuschliessen. Eigenschaften, besonders aus einem vorübergehenden Ernährungszustande sich ergebende, können allerdings, wenn sie mehr äusserlich auffällig, als innerlich bedeutsam sind, der Proportionalität für die Beziehungen zur

Digitized by Google

Aussenwelt, zur Anpassung, zur Vererbung ermangeln und deshalb Ausnahmen zu machen scheinen.

Es war unmöglich, Alles aufzuzählen, was für oder gegen Darwin in den Jahrzehnten seit jener Periode geschrieben worden ist; der Strom ist breiter geworden, aber nicht entsprechend kräftiger. Er ist vom Körperlichen auf die verschiedensten geistigen Gebiete ausgedehnt worden. Aber wir müssen noch eingehender Ernst Häckel's gedenken, des offenbarsten und rührigsten Apostels Darwin's in Deutschland, welchen man als den deutschen Darwin gepriesen hat und dessen Einfluss, nachdem seine natürliche Schöpfungsgeschichte durch den Botaniker Martins, einen der Vermittler zwischen deutscher und französischer Wissenschaft, in's Französische übertragen wurde, nicht allein, wie bisher, schon auf England zurückwirken, sondern auch in anderer Richtung über die Gränzen unseres Vaterlandes hinaus zur Geltung kommen dürfte.

Häckel, einer der begabtesten Schüler von Johannes Müller, war, als Darwin's Buch erschien, schon mit bedeutenden Arbeiten hervorgetreten.

Begründet wurde sein Ruhm durch die Monographie über die Radiolarien. In Messina gesammeltes Material gab ihm Gelegenheit ein Paar hundert Arten dieser kieselgerüsteten Protozoen zu unterscheiden und sie in 115 Gattungen unterzubringen. Vielleicht noch interessanter waren die Arbeiten über die in Villa franca beobachteten Medusen, von welchen ihm die Geryoniden 1865 statt des gewöhnlichen Wechsels zwischen einer sitzenden und einer schwimmenden Generation einen Dimorphismus zeigten von zwei durch die Generation zusammenhängenden geschlechtsthätigen, nicht allein nach dem Numerus der Antimeren, sondern weiter im Baue so verschiedenen Medusen, dass Häckel selbst die Dimorphen anfänglich verschiedenen Familien zugetheilt hatte, eine Allotriogonie oder Allöogenesis.*)

Auch diese Arbeit hatte wesentlich einen systematischen Charakter, aber sie scheint angethan gewesen, dem Verfasser die Zweifel zurückzurufen, welche ihm in der Kindheit über die Fassbarkeit der Spezies gekommen und welche durch die vitalistischen Grundansichten Johannes Müller's

---

*) Mc Crady (Boston Proceedings 1873) meint hierzu, es sei unmöglich, dass eine Cunina sich ebenso von einer Turritopsis wie von einer Geryonia entwickle und dabei nur eine Artdifferenz zwischen dem Cuninaabkömmling der einen und andern bestehe. Es gebe keinen schärfern Beweis der destruktiven Wirkung der Darwin'schen Meinung einer unbegränzten und gesetzlosen Neigung zur Veränderung und Umwandlung, als dass ein so geschickter Beobachter die vorliegende Thatsache so ansehe. Es scheint Mc Crady, dass die jüngsten Larven von Cunina, als Planulae am Magen der andern Quallen schmarotzen, wo sie dann wie Epithelverdickungen erscheinen und von Mc Crady selbst Anfangs bei Turritopsis für die Jungen angesehen wurden.

Digitized by Google

zurückgedrängt worden seien. Auch hatte Häckel bei der erwähnten Reise in dem Protogenes primordialis die gewünschte Urform für Alles gefunden. So haben Häckel's Arbeiten von dieser Zeit an, ebenso, wo sie das Ganze spekulativ behandelten, als wo sie weitere Spezialitäten enthielten, den Stempel der Durchführung der Selektionstheorie gehabt und wenigstens für den präzisen Ausdruck der einschlägigen Thesen eine grosse Bedeutung erlangt. Seine generelle Morphologie 1866, deren umfassender und mannigfaltiger Inhalt auf das Einzelne kritisch einzugehen unthunlich macht, leitete die besonderen Eigenschaften des Organischen aus den allgemeinen Eigenschaften der Materie her, mit Streichung der Vorstellung der Schöpfung als einer unmöglichen. Sie bemühte sich, die erste Entstehung organischer einfacher Wesen aus deren Beschaffenheit begreiflicher zu machen, fand die Eigenthümlichkeiten nicht in der gestaltlichen Organisation, sondern im Aggregatzustand und der chemischen Mischung schon des morphisch nicht Organisirten und leitete die zunächst folgenden Organismen durch Differenzirung des Kerns und der Hülle erst ab. Danach ist konsequent durchgeführt, wenn auch stellenweise über das Maass betont, die Individualität der Theile. Die Breite in der Zurückführung auf mathematische Grundlagen bringt, ohne ersichtlichen Nutzen, einen die Uebersichtlichkeit erschwerenden Haufen von Namen mit sich. Diesem gestaltlichen, allgemein anatomischen Theil reiht sich der allgemein entwickelungsgeschichtliche an, anknüpfend an die schon im ersten Theil gemachte Dreitheilung der organischen Welt in Thierreich, Protistenreich und Pflanzenreich. Wenn die Schwächen der Zweitheilung zwischen Thieren und Pflanzen darin lagen, dass dieselbe nur begrifflich gestellt, aber nicht überall sachlich durchgeführt werden konnte, dass, wie das Oken ausdrückte, die Pflanze Thier werden kann, d. h. in gewissen Phasen, wenn solche allein beständen, nach der Summe ihrer Eigenschaften als Thier klassifizirt werden müsste und es nun eine Menge von Organismen giebt, welche in der Summe der Eigenschaften aller Phasen zusammen nicht ein Entscheidendes bieten, viele andere, welche nicht nach allen ihren Phasen, also auch nicht nach den durch die einzelnen bestimmten Verwandtschaften bekannt sind, wenn es sich mit anderen Worten nicht übersehen lässt, wo die breitesten Lücken der Verwandtschaft in der jetzt vertretenen Organisation seien, dann und so lange ist es kein gutes Hülfsmittel eine Hauptgränze an zwei Stellen statt an einer zu ziehen. Der Werth dieser Dreitheilung ist deshalb kein bleibender, aber er war vorübergehend gegeben durch die Betonung der Protisten als eines Mittels zum Verständniss der organischen Welt. Andererseits wurde durch diesen Versuch der Reform die Schwierigkeit, mit der bisherigen Kategorieenbildung durchzukommen, besonders greifbar. Dass es bei diesem neuen Vorschlag trotz aller Sorgfalt gleiche Schwierigkeiten giebt, scheinen die bei Häckel

Digitized by Google

selbst sehr wechselnd gezogenen Gränzen des Protistenreichs zu beweisen. In den drei Reichen unterschied Häckel Stämme, Phylen, deren Glieder entweder auf dem Zustande eines einfachsten organischen Individuums, Moners, stehen geblieben sind, oder sich durch Differenzirung und Summirung von solchen Stammformen aus entwickelten. Eine solche ideale Vollendung der Darwin'schen Theorie, mit Ausdehnung auf Entstehung des äusserst einfachen, zuerst auftretenden Organischen aus dem Anorganischen und der Entwicklung des Zusammengesetzten durchaus aus jenem, hatte auch schon Oken in der Fortbildung des Urschleims zum Infusorium gedacht. Die fünf Phylen des Thierreichs sind Vertebrata, Mollusca, Articulata, Echinodermata, Coelenterata. Es sind das die Typen Cuvier's mit der Auflösung der Radiata in die beiden letzt geführten Phylen, wie das R. Leuckart wegen der Organisationsdifferenzen eingeführt hat. Statt Typen haben wir also Phylen, und der Namentausch erschien um so weniger bedeutsam, so lange auch bei Häckel diese Phylen uranfänglich getrennt gedacht wurden. Das findet in den Schulen dieser wie jener Secte Ausdruck darin, dass über die Gränzen der Typen hinaus nur Analogieen, welche nur physiologische, funktionelle Uebereinstimmungen sein sollen, nicht aber Homologieen, anatomische, morphologische Uebereinstimmungen sollen gezogen werden können. Wir glauben, so wichtig es ist, nützliche Schranken für den Vergleich zu machen, solle man sich auch in dieser Beziehung nicht a priori einem Dogma gefangen geben, da weder histologisch noch morphologisch, wie wir zum Theil schon gesehen haben, noch physiologisch die Vergleichspunkte zwischen den Typen und Phylen fehlen, so dass die Vergleichbarkeit sicherer nach dem Grade als nach dem Prinzipe verschieden ist. Warum z. B. soll man nicht aus der Entwicklungsgeschichte einen Vergleich zwischen Gliedmassen von Wirbelthieren und Gliederthieren konstruiren können, warum nur aus der Funktion*). Wenn Häckel die Möglichkeit der Abstammung aller Phylen von einer einzigen Stammform zugiebt, so glaubt er doch, dass, während wohl die grosse Mehrheit der Organismen an einem Orte nur einmal entstanden sei, die einfachsten Moneren sehr wohl an mehreren Stellen hätten entstehen können. Das hat Bedeutung für die Frage der Fortdauer der spontanen Generation.

Häckel hat die allgemeine Entwickelungsgeschichte der Stämme, die generelle Phylogenie, in Parallele mit der allgemeinen Entwicklungsgeschichte der organischen Individuen, der generellen Ontologie, durchgeführt. Die Parallele zwischen diesen beiden Entwicklungsreihen war allerdings weder

*) Analogie umfasst bei Aristoteles auch Uebereinstimmungen, welche heute unter die Homologieen gerechnet werden würden. Von den Neueren hat sich namentlich Kowalevsky für den Vergleich über die Gränzen der Typen hinaus ausgesprochen. Ich vertheidige ihn seit Jahren in meinen Vorlesungen zunächst mit Begründung aus der Histiologie.

Digitized by Google

neu noch durchaus abhängig von dem Gedanken der Transmutation in der Descendenz. In Verbindung mit der Vergleichung der Nebeneinanderstehenden, weniger der Missgeburten, hatte sie ja seit Jahrzehenden, seit der Wiederbegründung der Entwicklungsgeschichte, einen beachtenswerthen Theil der Philosophie der Zoologie gebildet und das System hatte sich ihrem Eindruck nie verschlossen. Das fünfundzwanzigste Kapitel in Agassiz' Essay on classification 1857, seine Arbeit über die Entwicklung der Schildkröten, frühere Arbeiten desselben, der doch ein starker Gegner des Darwinismus blieb, Arbeiten von H. Milne Edwards und Anderen hatten mehr aphoristisch oder eingehend gezeigt, wie in mehreren Typen, besonders für das Echinoderm Comatula, für die Trilobiten, für die heterozerken Fische und für die Schildkröten, die embryonalen Formen jetzt Lebender den Schlüssel für das Verständniss der Fossile bildeten. In ganz anderem Geiste allerdings hatte Agassiz von letzteren als vorbahnenden, embryonalen Typen, solche, welche zu neuen hinüberwiesen, als prophetische unterschieden, auch eine davon unabhängige Combination der stufenweisen Folge als progressive und endlich solche, welche die Eigenschaften mehrerer Typen vereinigt in sich trugen, als synthetische, Alles ohne die Schlüsse auf Descendenzzusammenhang daraus zu entnehmen. Wenn die Sache nicht neu war, so war doch die Tragweite anders verstanden.

Es liegt in derartiger gemeinschaftlicher Behandlung des Materials ohne Rücksicht darauf, ob es jetzt lebe oder ausgestorben sei, ob es erwachsen oder embryonal oder im Larvenzustand sei, in allem Zusammenfassen in von Schranken gelöstem Ueberblick ohne Zweifel der Fortschritt. Die Gefahr liegt in der Ueberschätzung des Werthes der Methode der Betrachtung oder des Ausdrucks und des Ergebnisses der Betrachtung von einem Gesichtspunkte, im Glauben an Abschluss.

Es ist allgemein bekannt, wie wenig bisher die Paläontologie für eine genaue Feststellung des phylogenetischen Stammbaums hat thun können. Man erkennt gewisse Richtungen, aber die Wege sind nicht so bestimmt vorgezeichnet, dass man nicht fürchten sollte, am Ende gänzlich in die Irre zu gehen; häufig erscheint einer genau so gut als ein anderer. So kommt es, dass unsere Vorstellungen über Phylogenie vorzüglich beherrscht werden von den Erfahrungen der Ontogenie und den systematischen Verwandtschaften. Der Titel Phylogenie tritt an die Stelle des natürlichen Systems, er nimmt die Früchte der vergleichenden Betrachtung, statt dass er sich seinen Werth aus eigenthümlichen Grundlagen aufbaute. Gegensätzliche Unterscheidung des durch Erbschaft Zugetheilten und des durch Anpassung Erworbenen ist dabei gefährlich und in der Durchführung oft sehr willkürlich. Jede Erbschaft müsste ja ohnehin einmal durch Anpassung erworben sein und ebenso müssen für die neu zu machenden Erwerbungen,

Digitized by Google

für das Vermögen sich anzupassen, so oder so zu variiren, im Erbtheil Vorbedingungen gegeben sein. Das muss erwogen werden gegenüber der Raschheit, mit welcher Manche eine Eigenschaft als Erbtheil, eine andere als Anpassung, jene als wichtig zur Feststellung der Verwandtschaft, diese als unwichtig, ganz überflüssig, vielleicht gar schädlich aber damit nicht durchschlagend und deshalb trotz der Schädlichkeit erhalten bezeichnen. Man hat damit Formeln, welche so gestellt sind, dass immer eine passt; man wählt nach Bedarf, man erklärt die Gegenwart von was es auch sei mit Gründen, welche daraus entnommen sind, dass es ist, und deren einziger Werth im Zusammentreffen bei Mehreren liegt, man bewegt sich damit im Kreise und präjudicirt weitere Untersuchung. Dabei steht für die äussere Erscheinung die geschlechtliche Zuchtwahl, welche Auszeichnendes, Bemerkliches bedingt, fast diamétral entgegen der Zuchtwahl im Uebrigen, welche Anpassung an die Umgebung, Unscheinbarkeit mit sich bringt, und lässt sich selbst bei Zwittern auf das Bequemste als Aushülfe in den Motiven einstellen.

Häckel hat dann immer bestimmter den Gedanken ausgearbeitet: die Phylogenie, Stammesgeschichte, sei die Ursache, auf deren mechanischer Wirksamkeit die gesammte Entwicklung der Individuen, die Ontogenie oder Keimesgeschichte beruhe; die Ontogenie sei eine kurze Wiederholung der Phylogenie, mechanisch bedingt durch die Funktion der Vererbung und Anpassung.*) Die Larvenform wäre dann durchweg wie ontogenetisch, so phylogenetisch das Aeltere. Wenn man aber auch zugiebt, dass unreife Stände im Prinzipe das Aeltere sind, so ist doch gar kein Grund anzunehmen, dass nicht, wie nach Müller Larvenstände allmählich entbehrlich werden können, solche auch allmählich nöthig werden und dasjenige sich in der Entwicklung, von der graden Linie abweichend, nachträglich ausbilde, was einem besonderen Larvenstande nöthig ist. Diejenigen Fälle, in welchen eine Larve wieder zu einem Pseudovum wird, können in der Theorie ebensowohl auf die eine als auf die andere Weise phylogenetisch verstanden werden. Setzen wir, die Eier einer species wurden zahlreicher und kleiner, so wurde ihr ein Larvenleben nöthig und sie bildete dieses an sich, wie in allen Besonderheiten aus. Man sieht, wie verschiedene Wege hier die Konstruktion gehen kann.

Der Gedanke der „Stammbäume" war älter als Darwin. Wir fanden ihn bei Lamarck. Wenn Oken sagt, man habe sich das Thierreich nicht in der Ebene verzweigt, sondern nach einem stereotischen Netzwerk zu denken, so war das das beste Stammbaummodell. Auch Mc Leay suchte schon, indem er die zunächst verwandten Formen in Kreise gruppirte und solche Kreise wieder nach den mehrseitigen Verwandtschaften ordnete, den verschiedenen Beziehungen eines Jeden greifbaren Ausdruck

*) Häckel, die Gasträatheorie. Jenaische Zeitschrift VIII. N. F. I.

Digitized by Google

zu geben. Seit langen Jahren ist alle Systematik sich dessen bewusst gewesen, dass die lineäre Anordnung den natürlichen Verhältnissen der Lebenden keinen Ausdruck gebe. Bär namentlich hatte dem Aufmerksamkeit geschenkt. Vor dem gewöhnlichen Systeme hat die Form der Stammbäume und der ihnen sich anlehnenden Aufstellungen den Vorzug, durch die Stelle der Abzweigung den Grad der Verwandtschaft, auch wohl die Gleichberechtigung kümmerlicher Zweige mit üppig wuchernden darzustellen. Es kann aber nicht geleugnet werden, dass in der formalen Befestigung der Zusammenordnung eine gewisse Versuchung liegt, die realen Eigenschaften nicht gründlich genug zu erörtern, sondern sich mehr auf den kühnen Griff zu verlassen. So lange man durch die Art der Zusammenordnung etwas Vollkommenes nicht schaffen zu können sich bewusst war, behielt das Einzelne mehr Bedeutung und Freiheit. Es wird jetzt nicht nur seitwärts, sondern rückwärts gebunden. Jede Entdeckung muss einen zerstörenderen Einfluss auf diese Art des Systems ausüben und es ist deshalb bei Anwendung derselben viel mehr Vorsicht nöthig. Die neue Auffassung und Beschreibungsweise der Naturgegenstände nach wirklicher Verwandtschaft, statt früher mit Offenlassung, ob die Verwandtschaft real sei, oder die Eigenschaften nur solcher Verwandtschaft entsprächen, und nach Vererbung und Anpassung, machen nicht etwa einen Abschnitt in der Geschichte unserer Wissenschaft, der Art, dass man bis dahin inventarisirt habe, jetzt aber philosophiren könne. Der Anspruch auf Inventarisiren, sofern damit genaue Angabe über das, was ist, wo es ist und wie es ist, gemeint ist, ist vielmehr erhöht. Spekulation, welche man auf etwas schon Gegebenem aufbaut, die Bekleidung des Alten mit dem neuen Rocke mag vielleicht den Ausdruck klären, aber das Wesen kann sie kaum fördern. Wenn es sehr nützlich ist, dass die Disziplin flüssig, lebendig, nicht versteinert, verknöchert sei, dass der Stoff lebhaft verarbeitet werde, so darf man erst recht die Form, welche man letzterem augenblicklich giebt, nicht überschätzen. Für seine Theorie ein reiches, mannigfaltiges, geordnetes Material beschafft zu haben, war nicht das geringste Verdienst Darwin's. Man muss zuerst von ihm jene peinliche Gründlichkeit lernen, mit welcher er nach allen Richtungen hin Thatsachen sammelte, bevor er Theorieen machte. Nur dann wird man der Selektionstheorie gerecht werden, sie fördern und ihr Boden verschaffen, aber auch sich und den Stoff zu dem Ausbau derjenigen Transformationen bereit halten, welche weiter nöthig sein werden.

Ch. Darwin hat 1868 ein Werk herausgegeben über „Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation“. Neben der Ausführung der Vererbungsthatsachen, oder wie man zu sagen pflegt, Vererbungsgesetze, einschliesslich der Rückschläge, der Folgen der Inzucht und der Kreuzung vom Standpunkt der landwirthschaftlichen Thierzucht, enthielt dieses Buch die rückhaltlose Anerkennung, dass Variationen

Digitized by Google

aller Arten und Grade direkt oder indirekt durch die Lebensbedingungen verursacht werden, welchen alle Wesen ausgesetzt sind und besonders deren Vorfahren ausgesetzt waren. Nun ist Variabilität nicht mehr eine mystische Eigenschaft des Organischen und nur die Auswahl aus Variabelem durch die Umstände bedingt, sondern auch jene stellt sich dar als das nothwendige Product der Wechselwirkung mit der Umgebung, wie das der Theorie Lamarck's und Geoffroy St. Hilaire's zu Grunde lag und auch von mir frühzeitig gegen Darwin festgehalten worden war. Ausserdem aber versucht Darwin eine greifbare Grundlage für die Thatsachen der Gestaltung und Vererbung komplex gebauter Organismen zu gewinnen, indem er die individuelle physiologische Bedeutung der einzelnen Formelemente des morphisch zusammenhängenden Körpers, welche wir früher berührt haben, dahin vermehrt, dass jedes von diesen reproduktive Keimchen abgebe. Er erzeuge also nicht ein Thier als Ganzes seine Art durch die allgemeine Thätigkeit seines Reproduktionssystems, sondern jede separate Zelle erzeuge ihres Gleichen: Pangenesis. Jede Art ungeschlechtlicher Vermehrung wäre dann von einer Aggregation der Keimchen abhängig; bei sexueller Zeugung liege die Differenz in der unzureichenden Anzahl der Keimchen des Einzelnen und der Gegenwart gewisser Primordialzellen. Alle Entwicklung, Metamorphose, Metagenese, Wachsthum mit Strukturveränderung hänge ab von Gegenwart von Keimchen und deren Entwicklung in gewissen Perioden in Vereinigung mit vorausgehenden Zellen, welche gewissermassen von jenen befruchtet werden. Vererbung wäre eine Form von Wachsthum.

Man erkennt leicht hierin das Suchen nach einer versteckten organischen Differenzirung, von welcher man eben losgekommen zu sein meinte. Die Annahme der für sich stehenden Theilchen mit Vertheilung der Eigenschaften ist nicht leichter und führt nicht weiter als die Annahme der Qualitäten im Ganzen am Ganzen, ohne Rücksicht darauf, wie weit die einen in einem Substanztheilchen, die anderen in einem andern liegen.

Diese körperlich sondernde Vorstellung kann vielleicht auf Beale's Unterscheidung der germinal matter und der formed matter zurückgeführt werden. 1868 sagte dieser Histiologe in dem Buche „How to work with the microscope“: All increase, multiplication, division is due to the matter in the first state and to that alone, so that every living particle comes from a pre-existing living particle, and every piece of tissue and formed matter of every kind characteristic of a living being was once in the condition of germinal matter. Die formed matter geht ihm als späterer Zustand, nicht mehr des Lebens, der Wandlung, der Keimbildung fähig, aus der germinal matter hervor; diese, ungemein theilbar, zeigt im Allgemeinen feine Körnchen oder granulirte Formen.

Digitized by Google

Die Pangenesis erscheint uns als eine vitalistische Atomistik von illusorischem Nutzen und sie zu begründen unmöglich.

In einem dritten Hauptwerke 1871 „die Abstammung des Menschen und geschlechtliche Zuchtwahl“ veröffentlichte Darwin, welcher sich im „Origin of species“ mit dem allgemeinen Hinweis begnügt hatte, dass durch dieses Werk auch Licht auf den Ursprung des Menschen geworfen werde und Alles darauf Bezügliche zurückgehalten hatte, zunächst seine Notizen über den Beweis der Abstammung des Menschen von niederen Formen, geordnet nach den Prinzipien der Uebereinstimmung im Bau, der Entwicklung der rudimentären Organe und dem Vergleiche der geistigen Funktionen, und in Ausdehnung auf die Untersuchung der Rassen, ihr Kommen und Vergehn. Ausgedehnter ist der andere Theil „Ueber die geschlechtliche Zuchtwahl“. Wir haben früher schon des Reichthums an Beispielen aus fast allen Thiergruppen und in den verschiedensten Ausführungen, mit welchen die Geschlechtsverschiedenheit illustrirt ist, Erwähnung gethan. Manche Geschlechtsverschiedenheiten sind uns in ihrer Wirkung überhaupt unverständlich; andere betreffen deutlich das zu einander Kommen der Geschlechter, dabei zum Theil den Kampf um die Weibchen; dieser Kampf wird nicht allein mit den groben Waffen des Angriffs, sondern durch Wetteifer mit Lockstimmen, mit Schönheitsentfaltung aller Art geführt. So kommt Schönheit in Betracht. Diese, indem sie durch die Vermittlung des Sinnenreizes gefällige Zulassung zur Geschlechtsvermischung bewirkt, wird hier, wie das sonst theils körperliche Ueberlegenheit und Vermögen, zum Erleiden der Begattung zu zwingen, theils die Eigenschaften der versteckteren Geschlechtseinrichtungen thun, als etwas in Betracht kommen, durch welches die Wahrscheinlichkeit der geschlechtlichen Wirksamkeit für bestimmt organisirte Individuen eine grössere wird als für andere. So wird Schönheit wie andere fördernde Geschlechtseinrichtungen mit Nutzen von ganz besonderer Art in der natürlichen Zuchtwahl sich geltend machen, bevorzugt werden und mehr zur Vererbung kommen, häufig genug auf Unkosten von Anderem, als eine kostspielige Eigenschaft.

Wenn geschlechtliche Zuchtwahl die Ausbildung dessen, was wir als Schönheit bezeichnen, in der gewöhnlichen Steigerung bedingt, möglicherweise zum Theil in Uebertragung ohne Beschränkung auf ein Geschlecht, wenn also ein Verständniss für das Schöne bei Thieren in Uebereinstimmung mit unserer menschlichen Geschmacksrichtung anzunehmen ist, so muss dem Begriffe der Schönheit etwas zu Grunde liegen, was erhaben ist über die Besonderheiten des Menschen in Anlage und Erfahrung. Der durch gewisse Erscheinungen in Formen und Farben erregte Sinnenreiz und dessen weitere Folgen müssen bei Menschen und Thieren bis zu sehr niedrigen Ordnungen herab vergleichbar sein und das kann zu einer Abklärung des Begriffs Schönheit dienen. Damit soll nicht gesagt sein, dass die Schönheit, welche

Digitized by Google

bei Annahme geschlechtlicher Zuchtwahl ausschliesslich durch diese vermittelt sein würde, ihre Wirkung nirgends anders als in dieser Sphäre geltend mache.*) Physiologische Grundlagen für den Begriff der Schönheit, welche über Umschreibungen oder grobe Inhaltsverzeichnisse hinausgehen, haben wir bis jetzt nur so weit, dass uns ein Weg angedeutet wird; dieser geht dahin, dass der Begriff beherrscht werde von den Besonderheiten bestimmter körperlicher Einrichtungen des Wahrnehmenden, also z. B., dass unser Auge Linien und Proportionen schön finde mit Rücksicht auf die ihm bei der Betrachtung aufgegebene Muskelarbeit oder seine besonderen optischen Verhältnisse; dass unser Ohr Tonfolgen als harmonische empfindet, welche mit einer deutlichen Abwechslung derjenigen Schallwellen sich geltend machen, welchen unsere mechanischen Apparate sich bequem anpassen; als unschön diejenigen, deren Auflösung mühsam und lästig ist. In beiden Fällen ist also die Vorstellung der Schönheit begründet auf Bequemlichkeit, abhängig von einem gewissen Ebenmaass geleisteter Arbeit und erzielter Früchte. Schönheit ist hauptsächlich etwas einem Anderen Nützliches, und erst durch diesen wieder deren Träger. Insofern geht sie über die nächste Utilität hinaus; sie entsteht nur im Ueberfluss, aber sie spottet nicht, wie H a r t m a n n meint, der Utilität, ihr Begriff spottet nur unseres Verständnisses. Die Untersuchung, ob irgend eine Eigenschaft wegen ihrer Schönheit speziell erworben sei und wie es mit ihrer Erwerbung genauer zugegangen, muss, bevor der Begriff selbst nicht weiter analysirt ist, grosse Schwierigkeiten bieten. Es giebt zahlreiche Veranlassungen zu voreiligem Schliessen. Jedenfalls ist die Ausbildung von Schönheit durch sexuelle Zuchtwahl und andere Begünstigung ein sehr ausgezeichneter Fall dafür, dass die durch Kampf ums Dasein ausgebildeten Eigenschaften nicht nur demjenigen nützlich zu sein vermögen, an welchem sie sich ausbilden, sondern dass ein Ineinandergreifen nach allen Richtungen, eine Solidarität besteht, welche die Theorie eines Gesammtplanes so lebhaft zu unterstützen schien.

Ein neuestes Werk von D a r w i n „U e b e r d e n A u s d r u c k d e r G e m ü t h s b e w e g u n g e n b e i d e m M e n s c h e n u n d d e n T h i e r e n, 1872", diente dem über die Abstammung des Menschen zur Ergänzung. D a r w i n untersuchte die pantomimischen Bewegungen beim Menschen, namentlich bei Kindern und Wahnsinnigen oder durch Galvanisiren erzeugt, und die bei einigen Thieren. Bewusster Ausdruck wurde photographisch aufgenommen und verglichen, der Kritik Vieler unterbreitet; es

*) Bohm erzählt, dass ein Pfauhahn, welcher seinen Schweiffederschmuck verlor, von den Hennen nicht mehr zugelassen wurde. Dass man Hengsten Lieblingsstuten vorführt, um sie für andere zu erregen, ist allgemein bekannt. Für jenen ersten Fall könnte übrigens ebensowohl zur Erklärung mit zu Hülfe genommen werden das Störende des Anblicks als auch die Erinnerung an gleichen Anblick in der geschlechtsunthätigen Mauserzeit.

Digitized by Google

wurden Fragen über den Ausdruck zur Beantwortung an viele Personen, besonders an mit Wilden verkehrende Missionare gestellt. So wurden in sehr gewissenhafter Methode die Formen und Grundsätze der „einen Ausdruck bezeichnenden Handlungen" registrirt. Es ergab sich, dass bei Weitem die meisten und alle bedeutungsvolleren Ausdrucksbewegungen nicht angewöhnt, sondern angeboren oder ererbt seien. Es sind die am Menschen oft unverständlichen, an Thieren stärkeren und zur sonstigen Organisation passenden, nützlichen Gesichtsbewegungen Rudimente aus Erbschaft, wie andere rudimentäre Organe. Das Kapitel ist sehr lehrreich aber weitläufig und zu speziell, um hier weiter behandelt zu werden. Wir wollen uns nur eine Bemerkung dazu erlauben. Die Gesichtsmuskulatur der Menschen und der Thiere kann nicht gründlich verstanden werden für Anlage, Leistung, Beziehungen, ohne den Vergleich der Gesichtsknochen mit anderen Dependenzen der Wirbelsäule, welche man Viszeralbögen genannt hat, weil sie im Allgemeinen den Eingeweideraum umschliessen, den unteren Bogensystemen der Wirbel und ihren Aequivalenten, den Rippen, Kiemenbögen, Gliedmaassen. Für die Bewegung der Muskulatur besteht eine starke Gemeinschaft der Innervation für koordinirte Gegenden, eine Synergie, je nachdem ihre motorischen Nerven offenbarer oder verborgener verbunden sind, für die groben Wege in Abhängigkeit von der für die verschiedenen Thiere und Regionen verschiedenen Nützlichkeit der Zusammenlegung. Eine solche Synergie besteht auch zwischen Gesicht und Rumpf und sie trifft, was bei Thieren wichtiger, nicht blos die sogenannte Skeletmuskulatur, sondern auch die an sich weniger gegliederte Hautmuskulatur und, was von ihr etwa am Gesichte abgeleitet werden kann. Der Nutzen synergischer Bewegung ist oft kaum ersichtlich, so z. B. wenn Jemand, während er mit einer Scheere einen sehr zähen Gegenstand durchschneidet, zugleich den Unterkiefer an den Oberkiefer presst, was sehr gewöhnlich geschieht. Im Ganzen aber giebt sie den zunächst arbeitenden Gegenden des Körpers Hülfe mindestens durch Feststellung anderer, an welche jene sich anlehnen. Sie bleibt also an sich wirksam. Synergische oder eigenthümliche Bewegung schwacher Muskeln muss dabei im Gesicht über Verhältniss auffällig, ausdrucksvoll werden.

Hauptgegensätze, z. B. Abwehren und Nachgeben, gehen gleichmässig durch die Muskelhaltung aller Körperabschnitte, sie regieren das Ganze und geben ihm einen einheitlichen Charakter. Gerade sie finden sich in sehr verschiedenen feinen Nuancen im Gesichtsausdrucke wieder und dieser gestattet, die Stimmung des Ganzen zu erkennen. Am stärksten und direktesten vertritt dabei das Auge mit seinen Bewegungen die augenblicklichen Beziehungen zur Aussenwelt, weiter der Mund. Das Erbtheil, welches in den Bewegungen der Gesichtsmuskulatur liegt, ist demnach weit hergeholt aus der anfänglichen gleichen Anlage der Metameren, nicht nur aus schon dem Menschen ähnlich differenzirten, mit den Gegensätzen von Kopf und

Digitized by Google

Rumpf ausgerüsteten, aber mit den Gesichtsmuskeln noch gröber arbeitenden höheren Thieren. Das Einzelne verlangt zunächst umfassende vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Ausführungen. Die Verwandtschaft der Metameren eines Thieres kommt hierbei mehr in Betracht als die des Menschen mit andern Thieren. Darwin hat gewissermaassen den letzten Theil dieser Studien zuerst gemacht.

Von Ernst Häckel, dessen Bundesgenossenschaft auf Darwin selbst nicht unbedeutend zurückgewirkt hat, erschienen weiter umfängliche Bücher von einschlägigem Inhalt, davon mehr in gemeinverständlicher Behandlung die Schöpfungsgeschichte und die Anthropogenie, und sind Gegenstand der Kritik hin und her geworden.

Die mannigfaltigsten zoologischen, anatomischen, physiologischen, embryologischen, paläontologischen Daten treten in den Dienst der Stammbäume. Man hat Grund an der Dauerhaftigkeit und Brauchbarkeit von Gebäuden zu zweifeln, welche, wenn eine maassgebend erachtete Meinung oder Thatsache auftaucht, schleunigst bis zur Spitze stolzer Thürme mit allen Einzelheiten aufgeführt werden auf einem Grunde und mit blendendem Material, deren hypothetischer Charakter jedoch nicht dadurch gänzlich verschwindet, dass der Verfasser desselben im Laufe der Behandlung vergisst und ihn bei Seite stellt. Das aber kann nicht hindern, in der Geschicklichkeit, mit welcher Häckel die leitenden Ideen herauszufinden, ihr Gebiet auszudehnen und sie aus reicher Kenntniss der Thatsachen mit Fleisch und Blut zu umkleiden weiss, und in der Eleganz seines Vortrags Mittel zu erkennen, durch welche nicht etwa nur eine Partei gebildet würde, welche ohne die Vorzüge des Lehrers nur die in der Wissenschaft stets unkluge Meinung hätte, es sei jetzt Alles abgemacht, sondern durch welche die biologischen Wissenschaften mit der Erleichterung der Auffassung durch den einheitlichen Standpunkt nach allen Seiten viel mehr Gemeingut zu werden vermögen.

Aus der Arbeit Vieler wird sich schliesslich wieder siegreich das Prinzip erheben, dass alle Theorie vergänglich und entwickelungsbedürftig ist, dass der besten ein bescheidener, den Thatsachen der vorzüglichere Platz gebühre.

Häckel's „Kalkschwämme“ von 1872 sind ein reicher deskriptiver Beitrag, bestimmt, nachzuweisen, dass es hier nur schwankende Formenreihen gebe, welche eine Artgestalt auch nicht einmal den nächsten Nachkommen vererben, sich vielmehr durch Anpassung an untergeordnete äussere Umstände unaufhörlich ändern. Aus einem Stocke von Ascometra, dessen einfacher Bau die bei zusammengesetzten Schwämmen geläufigen Mannigfaltigkeiten nicht so leicht mit sich bringen sollte, wachsen Formen aus, welche nach der Uebung des Systemes zu verschiedenen Gattungen gehören würden. Aus der Vergleichung und Entwickelungsgeschichte konstruirte Häckel

Digitized by Google

dann eine „Urschwammform" und die Phylogenie der Schwämme und schloss: „die ganze Naturgeschichte der Schwämme ist eine zusammenhängende und schlagende Beweisführung für Darwin". So auch O. Schmidt, welcher in seinen Untersuchungen der Schwämme der Adria 1862 mit bestem Vertrauen Arten unterschied, später aber weder solche noch die höheren, vielfach hin und her geänderten, Gruppen als brauchbare Eintheilungen erfand. *) Wenn man aber berücksichtigt, dass Darwin's eigentlichstesPrinzip natural selection war, so passt das nicht ganz zu jener Behauptung. Hier haben wir das, von dem Darwin's Gegner sagten, dass es in Folge der Veränderlichkeit statt gesonderter Arten hätte eintreten müssen. Es ist hier weder gehörig vererbt, noch ausgewählt, es ist nur variirt worden. Der ungeordnete Polymorphismus von Ascometra macht darauf aufmerksam, dass überhaupt Polymorphismus eine andere Weise gewährt, Variation auszunützen als natürliche Zuchtwahl; dass er der letzteren eigentlich entgegen arbeitet. Er ist der milde Weg; er gestattet, aus der Vielfältigkeit eine Vielgestalt neben einander Lebender und einander Nützender zu bilden, er duldet Mancherlei und bedient sich seiner ausgleichend, statt es in Kampf und Auswahl zu beseitigen. Wie bei Ascometra die Individuen sich nicht so gleichmässig fanden, als man es anzunehmen pflegt, so zeigten sich bei den Schwämmen im Allgemeinen die Familien nicht in der Weise geschieden, wie man es gewohnt ist. Es hatten gewissermassen die Verwandtschaften in den verschiedenen Eigenschaften nicht bevorzugte Richtungen, sondern alles kreuzte sich und für alle Differenzen gab es Vermittelungen.

Zum Schlusse dieser Berichte über Auffassungen, welche die Darwin'sche Lehre erfuhr und den Einfluss, welchen sie übte, wollen wir von neuerlichen Aeusserungen der Paläontologen die von Trautschold ausführlicher anführen, nicht als wenn wir meinten, dass etwas geboten wäre, was Darwin positiv widerlege, aber um zu zeigen, wieviel Aufschlüsse noch mangeln. Trautschold spricht von den „langlebigen und unsterblichen Formen der Thierwelt". Die Veränderlichkeit scheine sich immer da zu zeigen, wo gewisse Arten in grossen Zahlen auftreten, wie bei Terebrateln, Rhynchonellen, Austern, Gryphäen, Kardien, Ammoniten. **) Es existiren also äusserliche oder innere verändernde Ursachen und es existirt Variabilität. Gegen die Theorie, dass die veränderte Form sich vererbe und eine Art rein passiv aus der anderen, eine Gattung, eine Klasse aus der anderen und so das Unvollkommenste zum Vollkommensten durch die äusseren Agentien entwickelt werde, lasse sich einwenden, dass, wie Darwin dar-

*) Auch die Abbildungen Carters von Esperia cupressiformis aus Tiefsee und von ihrer Varietät zeigen auffällige Ungleichheiten.

**) Das würden wir wieder lieber umkehren: Reiche Veränderlichkeit gestattet grössere Zahlen.

Digitized by Google

lege, die durch Züchtung abgeänderten Thiere sich selbst überlassen in die ursprüngliche Form zurückschlagen (Darwin hat jedoch im Gegentheil eine Theorie aufgestellt, welche diesen Rückschlag als Nicht-Rückschlag darstellt), und dass Thiere unter wesentlich anderen Verhältnissen immer umkommen, aber nicht sich ändern. Auch die Paläontologie bezeuge nur eine Veränderlichkeit in engen Gränzen und zahllose Formen stehen isolirt, gerade in den ältesten Perioden am meisten. Das beweisen die Silurformen, die Flora der Kreide und Tertiärzeit, welche sich schnell und mannigfaltig und mit den wenigsten Uebergangsformen entwickelten. Im Silur fänden wir Trilobiten unvermittelt neben Schalenkrebsen, die Cystideen weder durch Zwischenglieder mit den Korallen und Schwämmen, noch unter einander verbunden und ebenso sei aus den zahlreichen Brachiopoden jener Zeit keine lückenlose Reihe darzustellen. Es scheine also, dass die Entwickelung mehr sprungweise und unter einer Kooperation aus dem inneren Wesen des Organismus stattgefunden habe. Dafür, dass das möglich sei, diene der Vergleich mit Larvenumwandlung und Dimorphismus der Generationen (Kölliker). Dass der embryonale Limulus die Form der Trilobiten habe und nach dem Erlöschen der Trilobiten in der Steinkohlenperiode limulusartige Thiere folgen, oder den am Ende der Trias verschwundenen Orthoceratiten im Lias die Belemniten gleich in derjenigen vollkommenen Form, welche sie bis Ende der Kreide beibehalten, dann aber vielleicht ersetzt in der Tertiärzeit und jetzt durch die Sepien, stimme dafür. Für die allmähliche Entwickelung sprächen nur die progressiven, nicht aber die prophetischen und synthetischen Typen von Agassiz. Ein Beispiel jener sei die Reihe, in welcher den einfachen Nautiliden wenig verändert die Goniatiten mit geknickter Kammernaht, diesen die Ceratiten mit gezähnelten, diesen die verschiedenen Ammoniten mit mehr und mehr verästelten Loben folgen, bis die letzten ausstarben, während Nautilus sich in allen Drangsalen erhielt. Es sei schwer verständlich, warum wir hier gerade eine so gute Reihe haben, anderswo nicht. Warum erscheine Archaeo-cidaris plötzlich im Bergkalk, weit verschieden von den einzig denkbaren Vorläufern, Palaeechinus und Melonites, in allen Theilen den vollkommensten Cidariden der heutigen Meere an Organisationshöhe gleich zu stellen, wie ein deus ex machina? Wo etwa finden wir in Krebsen die Vorläufer der Fische Pterichthys, Coccosteus, Holoptychius? Warum erhielten sich Formen wie Archaeocidaris, während solche devonische Fische ausstarben? Spreche es nicht mehr für die Akkomodationsfähigkeit oder für den ändernden Einfluss der Lebensbedingungen, dass in den gewaltigen Aenderungen der Meeresverhältnisse einige Thiere in's Süsswasser auswanderten, andere fast unverändert erhalten blieben, alle Veränderungen der Zeit überdauernd? Schon Bronn habe von solchen aufgeführt: Flustra von den Bryozoen; Terebratula, Rynchonella, Discina, Lingula von den Brachiopoden; Avicula, Mytilus,

Digitized by Google

Arca, Nucula von den Lamellibranchiaten; Trochus und Pleurotomaria von den Gastropoden; Nautilus von den Cephalopoden; Serpula von den Würmern; Bairdia und Cytherina von den Lophyropodenkrebsen. Stellenweise sei in diesen Gattungen sogar die Aenderung an den Arten sehr unbedeutend. Trautschold gesellt als langlebige Gattungen mit höchst geringer Artenveränderung namentlich Chaetetes, Lucina, Pinna, Natica. Der Kern der Meinung Trautschold's dürfte sein: es könne organischen Körpern ebenso wie die Eigenschaft, sich bei gleichen äusseren Umständen unverändert zu vererben, die inne wohnen, sich bei solchen verändert zu vererben oder die trotz ungleicher äusserer Umstände sich unverändert zu vererben. Vom Standpunkte der Logik ist dagegen nichts einzuwenden.

Die schönste Uebereinstimmung von Individuenentwickelung und Familienentwickelung zeigt unter den Fossilien die Ammonitengruppe. Die Zeitfolge, welche z. B. für die recenten Batrachier nicht in der Art feststeht, wird hier daneben ersichtlich. Die Ammoniten der Arietengruppe, deren Eistand ganz wie der aller Ammonoiden ist und welche ein zweites Goniatitenstadium mit allen engeren Ammoniten theilen, können alle ausgehend gedacht werden von dem A. psilonotus der Trias, der durch sein ganzes Leben glattwandig bleibt, durch den Arnioceras miserabilis, der einen grossen Theil der Windung um den Nabel glatt hat, dann aber Rippen, Kiel und Rinnen ausbildet, zum Conybeari, der erwachsen seine Rippen mit Höckern schmückt. Diese erscheinen bei Coroniceras, einer später auftretenden Reihe, schon im jugendlichen Alter, beugen sich in den letzten der Reihe mehr und mehr ein; dies aber ist bei den letzten der Familie, der Gattung Asteroceras, schon Jugendcharakter.

Auch Dana meint eine stetige Entwickelung der Organismen nicht annehmen zu dürfen, sondern ein sprungweises Fortschreiten mit Complicationen, aus welchen jedesmal wieder Fortschreiten und Rückschreiten folgen können. Viele andere Paläontologen sind als viel entschiedenere Gegner der Darwin'schen Theorie aufgetreten.

Im naturphilosophischen Suchen nach einheitlichem Ausdruck für das Wesen und die Beziehungen der Naturkörper gesteht endlich Fechner der Darwin'schen Theorie nur eine nebensächliche Bedeutung zu. Indem er einen von der Kosmogonie her verbreiteten Zusammenhang der Bedingungen der Entstehung und Existenz der Organismen annimmt, leitet er daraus ein Ergänzungsverhältniss der in Spaltung und Differenzirung der kosmorganischen Masse entstandenen Organismen her, bei welchem die Zuchtwahl nur eine ausgleichende Rolle spiele. Es sucht also das Prinzip tiefer, ohne jedoch eine bestimmte Form dafür geben zu können. Speziell meint Fechner, die Veränderlichkeit der Organismen sei in stetem Abnehmen; die protoplasmatischen Geschöpfe seien jeder Fortentwickelung unfähig, ein Residuum der Vorzeit.

Digitized by Google

Abschluss der Lehre von der Art.

Der Begriff der Art wird nach den gemachten Mittheilungen auf zweierlei Grundlagen zu stellen sein. Einmal auf Zusammenfassung. Diese kann geschehen auf beweislich gemeinschaftliche Abstammung oder auf eine einer solchen entsprechende Aehnlichkeit und darüber hinaus so weit gehen, als eine Vermittlung etwaiger Ungleichheit zwischen Einzelnen durch Uebereinstimmungen in anderen Fällen und an anderen Stellen sich ergiebt. Die Abschätzung wird immer etwas Individuelles behalten. Zweitens durch Abtrennung. Für diese muss wenigstens in irgend welcher Eigenschaft eine deutliche durch Mittelglieder nicht ausgefüllte Lücke begehrt werden. Es wird demnach nur durch die Lücken, Differentiae, möglich, Arten aufzustellen. Sollten Formen eine vollkommene Fruchtbarkeit unter einander zeigen, so würden sie damit allerdings nicht gerade den Beweis gemeinschaftlicher Abstammung liefern; ein solches Verhalten würde aber mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit Gelegenheit bieten, durch vermittelnde Kreuzungsprodukte die etwaigen Lücken in der Aehnlichkeit ausfüllen oder solche schon geboten haben, so dass eine Auseinanderlegung derartiger Formen zu verschiedenen Arten nicht wohl anginge. Gäbe es ursprünglich gesonderte Arten, welche aber unter einander alle Bedingungen vollkommener Fruchtbarkeit erfüllten, so würden sie nicht getrennt bleiben. Man würde also bei vorhandener vollkommener Fruchtbarkeit unter einander Thiere allein auf dieses Merkmal zu einer Art stellen, diese Fruchtbarkeit einsetzen dürfen für den Beweis der Abstammung von gleichem Stamme, welche ihrerseits eine äussere Gleichheit nicht verbürgt. Diese Fruchtbarkeit könnte davon ausgehend grade als Verbindendes bei grösserer und unvermittelter Unähnlichkeit dienen, und würde erlauben, verschieden gestaltete Rassen innerhalb der Art zusammen zu halten. Theoretisch zwar kann man statuiren, eine solche Fruchtbarkeit sei eine Eigenschaft wie andere, ihre Divergenz nicht höher anzuschlagen. Sie ist, so sehr sie praktisch bei Aufstellung von Arten in Betracht kommt, ebenso wenig etwas in absolut scharfen Gegensätzen Auftretendes als andere Eigenschaften. Man kann es sich als möglich vorstellen, dass die bezügliche Fruchtbarkeit einmal rascher sich ändere als andere Eigenschaften, so dass bei sonst sehr geringer Verschiedenheit eine Bastardirung nicht gelänge, und dass ein anderes Mal bei sehr grossen sonstigen Verschiedenheiten Kreuzungen sehr gut auszuführen seien. So wird die Art, wie auf den materiellen Inhalt im Ganzen sehr ungleich, je nach den Lücken, auch gegenüber der Möglichkeit einer Gliederung in Rassen sich sehr verschieden stellen können. Rassen sind vielleicht wegen der Fruchtbarkeit in Kreuzung und der Vermischung der Eigenschaften in den Produkten dieser nur so lange durch Lücken getrennt, als wir es wollen, oder besondere äussere Umstände es bewirken. Aber darüber, ob nicht

Digitized by Google

eiu Connex von Eigenschaften auch in Rassenkreuzungen mehr Wahrscheinlichkeit für Vererbung habe als jede beliebige Mischung oder das Durchschnittsverhältniss zwischen den elterlichen Eigenschaften, ob nicht also auch die Rassen eine ähnliche innere bevorzugte Berechtigung zur Existenz haben, sind die Akten noch nicht geschlossen.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass Arten an sich nicht ewig und dass sie veränderlich sind. Die Dauer der einzelnen mit allen Eigenschaften oder auch die Dauer eines Theiles der Arteigenschaften, wie er in der Charakteristik der Gattungen oder Familien Ausdruck findet, also die Dauer der Gattungen oder Familien, ist sehr ungleich. Einige sind langlebig, andere nicht, ohne dass wir aus den umgebenden Verhältnissen die Ursache davon klar sehen könnten. Die Aenderungen, welche in der Erscheinung der Thierwelt und Pflanzenwelt im Laufe der geologischen Epoche eingetreten sind, reihen sich dem an, was wir an Veränderungen durch Veränderlichkeit, an Metamorphosen in der Entwicklungsgeschichte und an Verschiedenheit der neben einander Stehenden kennen, aber sie gehen darüber hinaus. Vieles in den Fossilen steht wenigstens für jetzt noch unverbunden mit dem Lebenden. Die Einwirkung äusserer Umstände auf die Gestaltung der Thiere ist noch nicht hinlänglich untersucht; ihren Erfolgen steht auch auf alle Fälle ein sehr starkes Agens gegenüber, welches wir die Artbeständigkeit nennen und welches so gross ist, dass die Bilder der Thierarten seit Jahrtausenden nicht so verändert wurden, dass die Veränderung in der Zeit neben der Rassenverschiedenheit und Variabilität bemerklich würde. Der Schluss, dass Veränderlichkeit zu Endeffekten geführt habe, lässt sich nur gewinnen, indem man Rassen und untergegangene Formen in genetischer Verbindung mit den lebenden Stammarten vorstellt. Gäbe Vererbung vollkommen Identisches, so müssten doch bei der Veränderlichkeit der zeugenden lebenden Wesen die Produkte selbst vom selben ungleich sein. Aber die Fähigkeit, Nachkommen zu liefern, ist eine Eigenschaft in allen Stücken der Veränderlichkeit unterworfen, wie jede andere Eigenschaft. In ihr wirkt jenes Agens, welches dem Einzelnen seine Eigenschaften durch einen langen oft mannigfaltigen Entwicklungsgang bestimmt, in gleicher Weise. So besteht in der Vererbung grosse und auffällig über Unterbrechungen und Anderes siegende Uebereinstimmung und daneben die Möglichkeit und Gewissheit von Abweichungen. Die Veränderlichkeit, hier wie da, muss als bereits unerlässlich mit im Erbtheil liegend, als Eigenschaft alles Lebenden gedacht, Veränderungen können aber auch in Bezug auf ihre Veranlassung durch äussere Verhältnisse betrachtet werden. Wie die Veränderlichkeit an sich der Regulator des Lebens ist, so giebt sie ins Besondere, in Verbindung mit der Vererbung der individuellen Eigenschaften, in den Wechselbeziehungen mit der Umgebung Mittel zur Anpassung an die Umstände durch die günstigeren Bedingungen für das Passende.

Digitized by Google

Wie einige Gruppen besonders langlebig waren, so sind andere besonders geeignet gewesen, grosse Zahlen mit sehr geringen Verschiedenheiten der Eigenschaften auszubilden, zu gewissen Zeiten eine reiche Entfaltung zu erreichen. Die Ungleichmässigkeit, welche sich in allem diesem für die verschiedenen Arten zeigt, hat es mit sich gebracht, dasjenige, was geschehen ist, vielmehr als etwas der Art Innewohnendes, denn als etwas ihr von Aussen Aufgezwungenes anzusehen. Der Streit darüber hat keine grosse Bedeutung; es geschieht dabei Alles auf die Weise, dass aus Aeusserem Inneres wird, und da wir hier ebenso wenig als sonst wo einen Anfang des Stoffes und der Kraft uns vorstellen können, so wird Niemand leugnen, dass jeder Körper, welchen wir uns zur Betrachtung auf sein Verhalten, seine Entwicklung auswählen, zu jeder Zeit in sich Wirksames, durch irgend eine Formel Ausdrückbares, getragen habe, also in keinem vorstellbaren Augenblick ganz von der Aussenwelt abhing.

In die Untersuchungen darüber, welche Veränderungen etwa an Menschen, Hausthieren und anderen in historischen und in vorhistorischen Kulturzeiten vorgegangen seien, von Knochenhöhlen an, durch Pfahlbauten, assyrische und egyptische Denkmäler, Hünengräber und Kirchhöfe bis heute, greift, ebenso wie in paläontologische Untersuchungen, verwirrend ein der Wechsel der Bewohner einer Stelle aus Einwanderung, so dass das, was auf einander zeitlich folgt, an einem Platze nicht in genetischer Verbindung zu stehen braucht. Auch diese Einwanderung beweist ungleiche Entwicklung, an einer Stelle Stillstand und Schwund, an einer anderen übergreifenden Reichthum. Das bringt mit sich, dass unter Umständen, an gewissen Stellen geschützt, Reste sehr alter Zeit bleiben, während sie an anderen längst überwuchert sind. Der Gang der Veränderung auf der Erde ist demnach nicht gleichmässig und ist es wohl nie gewesen.

Es begreift sich, dass unter solchen Umständen grosse Vorsicht nöthig ist, wenn man die wirkliche genetische Entwicklung einer Thiergruppe feststellen will. Es ist wahrscheinlich, dass zu dem bisher dafür vorhandenen paläontologischen Material noch sehr viel Neues und Wirksames kommen wird. Namentlich können von Zentralasien noch ähnliche massenhafte Aufschlüsse erwartet werden, wie sie die Gebirge südlich des Himalaya im Siwâlik, die Pampas Südamerikas, zum Theil Australien, selbst Neuseeland und die Maskarenen, neuerdings die westlichen Territorien der vereinigten Staaten, auch für Einiges Afrika neben dem best durchforschten Europa gegeben haben. Voraussichtlich werden diese Aufschlüsse immer lückenhaft bleiben, aber sie werden von den verschiedenen Stellen einander zu einem verständlichen Bilde langer Zeiträume mehr und mehr ergänzen und auch die Lücken werden besser verstanden werden; es wird ein grösseres Gebiet dem Wissen gehören und ein geringeres der Phantasie überlassen bleiben. Soviel lässt sich jetzt schon annehmen, dass der eigentliche Anfang orga-

Digitized by Google

nischer Schöpfung uns verborgen bleiben wird, weil die Ueberreste der ältesten Zeiten zerstört und unkenntlich geworden sind. Wenn man den unvollkommenen Bathybius heute für einen Organismus erklärt, so kann man nicht mehr einen besonderen Werth für die Erkenntniss des Anfangs organischer Schöpfung darauf legen, dass sich Eozoon im Laurentian findet. Denn, dass dieses damals nicht allein die organische Substanz vertrat, scheint aus den Graphiteinschlüssen und Aehnlichem der eozoonhaltigen Gesteine sicher hervorzugehen. Die bereits sehr gegliederten Schöpfungen, welche wir bald nachher deutlich finden, scheinen, wenn wir überhaupt uns eine Vorstellung von der Zeit bilden wollen, welche vergangen sei seit Beginn der organischen Welt, uns zu der Annahme zu zwingen, es sei uns eine viel längere Zeit gänzlich für die Untersuchungen entzogen als aufgeschlossen und aufschliessbar. So darf man auch für die Stammbaumvorstellungen nicht erheblich viel darauf geben, was etwa aus sehr alten Zeiten fossil erhalten sei, weil es nur ein sehr kleiner Theil dessen ist, was vermuthlich damals gelebt hat, und wahrscheinlich das, was uns jetzt sehr alt, das Aelteste, zu sein scheint, im Verhältniss zur Dauer der organischen Welt überhaupt ziemlich neu ist. Man käme schwerlich durch solches an die Hauptstämme der Schöpfung.

Viel mehr als aus den geologischen Beweisen schliessen wir aus den Aehnlichkeiten oder Vergleichbarkeiten auf gemeinschaftliche Abkunft jetzt geschiedener Arten. Die Stammbäume sind ein Ausdruck für jene Aehnlichkeiten, nichts Anderes. Die Aehnlichkeiten treffen Alles: Gestalten, Organe, Gewebe, Substanzen, Funktionen, sie gehen in abnehmendem Grade in immer weitere Kreise. Auch das geschieht ungleich, in Gruppirung, welcher, wie Systeme, so Stammbäume Ausdruck zu geben bemüht sind; Systeme, eher geschickter für das Ganze, weil sie den Gruppen verschieden hohe Titel zu ertheilen vermögen, Stammbäume ausdrucksvoller für das Einzelne durch das verschiedene Maass der Divergenzen und Lücken. Es ist die Abwägung, welche Eigenschaften am meisten berücksichtigt werden sollen, um so schwieriger, je genauer wir eine Thiergruppe kennen. Es giebt viele, in welchen fast für jede Eigenschaft Verwandtenreihen herzustellen sind, für deren weitere Combination jedoch die Richtschnur fehlt. Eine Auseinanderlegung der Eigenschaften nach Vererbung und Anpassung ist im Grundprinzip nicht richtig und muss in der Praxis leicht zu Missdeutungen führen. In Verfolgung der Theorie der Vererbung und Anpassung müsste man alte von neuen, feste von veränderlichen, vererbbare von nicht vererbbaren Eigenschaften unterscheiden; wer aber die Entwicklung des Organischen aus Anorganischem und die des Organischen durch natürliche Zuchtwahl annimmt, kann nicht umhin, jede Eigenschaft des Organischen aus Anpassung abzuleiten.

Jedenfalls brauchen wir nicht daran zu verzweifeln, dass für das von

Digitized by Google

Goethe Ausgesprochene: „Das Thier wird durch Umstände zu Umständen gebildet“ noch weitere Wege gefunden werden, von welchen wir heute nichts wissen. Die Zukunft gehört zunächst den Untersuchungen darüber, wie vererbt und wie verändert wird, damit wir an Hand der dabei gemachten Erfahrung die Wahrscheinlichkeiten genetischer Verwandtschaft verstärken, Kriterien für den Werth der Eigenschaften in der Begründung solcher, und einfache Grundzüge für das, was in dieser Beziehung geschieht, geschehen sein mag, werde geschehen können, ausgewinnen. Der Augenblick gestattet nicht Abschluss. Er eröffnet einen langen Weg neuer Arbeit, dessen Richtung wir für das Nächste sehen, dessen spätere Aufgaben noch gänzlich im Dunkel liegen. Keineswegs ist es sicher, dass, wie von Hartmann meint, es nur ein Unterschied im Ausdruck sei, ob von einem Correlationsgesetz oder von einem organischen Entwicklungsgesetz gesprochen werde, da jenes nur das Gegebene zu treffen braucht, dieses das Werden treffen muss. Gerade der Fehler Vieler ist gewesen, jenes für dieses auszugeben; wir dürfen nicht in den entgegengesetzten verfallen und unsere Forschung von vorn herein präjudiziren.

Die weitere Klassifikation.

Indem wir uns vorbehalten, auf Motive der Zusammenfassung im Einzelnen bei Besprechung der Organisation und Funktion zurückzukommen, wollen wir an dieser Stelle nur von den Versuchen reden, welche zu verschiedenen Zeiten für die Eintheilung im Grossen gemacht worden sind. Die Systeme betrachten, wie sie im Laufe der Zeit entstanden, heisst in einem gewissen Grade der Wissenschaft folgen, wie sie mehr und mehr in das Verständniss der Eigenschaften eindrang.

Von Eintheilungsbegriffen über der Art haben wir vom *γένος* schon gesprochen. Obwohl Ray den Klassen der höheren Thiere Abgränzung gab, wurde doch erst von Linné ein geordnetes und durchgehendes Schema für Klassifikation angewandt, mit regnum, classis, ordo und genus, Begriffen, angelehnt an politische und militärische Eintheilungen. Cuvier hat jedesmal mehrere Klassen in den Typen in eine engere Verbindung gebracht; Batsch und später vorzüglich französische Autoren haben über den Gattungen den Begriff der Familien benutzt. Man hat den weiter nöthigen Gruppirungen durch Unterklassen, Unterordnungen, Sektionen, Tribus und Aehnliches, oder durch Nummern und Abschnitte gerecht zu werden gesucht.

Es wäre ohne Zweifel sehr nützlich, wenn jeder dieser Klassifikationsbegriffe ein von dem jeweiligen Inhalt unabhängiges Mass gewährte.

Digitized by Google

Linné hatte durch den Vergleich den Werth seiner Klassifikationsbegriffe einigermassen bestimmt.

Oken, indem er bei Betrachtung der Menge von Eintheilungsversuchen die Ungleichheit der Gründe der Eintheilung, der Reihenfolge und der Zahl der Klassen und Ordnungen daraus ableitete, dass man nach den Merkmalen, statt nach den Erzeugungsursachen geforscht habe, suchte 1833 ein genetisches System einzuführen, in welchem das Auftreten der ganzen anatomischen Systeme, ebenso in der Entwicklung des einzelnen Thieres als im Thierreich, die grossen, die Entwicklungsstufen der Organe die kleineren Abschnitte bilden sollten. Bei der Auflösung der Ordnungen in Zünfte glaubte er in letzteren die einfachen und reinen Zusammenstellungen, kleinere Klassen innerhalb der grossen, Wiederholungen aller Klassen in jeder einzelnen zu haben. Das ergab eine Reihenverwandtschaft der auf einander folgenden, eine Verwandtschaft der Korrelaten und eine, welche Oken die des Parallelismus nannte, welche man eher eine nach der Ordnungszahl nennen könnte, indem sie die betreffende Nummer unter den Klassen gegenüber der unter den Zünften trifft.

Die in einzelnen Fällen vorhandenen Beziehungen mussten dann um jeden Preis gleichmässig und gleichzahlig überall hergestellt werden und es entstand ein System mit höchst wunderlichen Ausdrücken, welches gar keinen Einfluss gehabt hat und eine Warnung für die jetzt Lebenden sein sollte.

Viel später hat Louis Agassiz*) versucht, den Werth der einzelnen Abtheilungen ohne Rücksicht auf den verschiedenartigen und verschieden reichen Inhalt im Einzelfalle festzusetzen, wie uns scheint, nicht mit glücklichem Erfolg. Agassiz sagt:

Zweige oder Typen sind charakterisirt durch den Bauplan, plan of their structure;

Klassen durch die Art der Ausführung dieses Planes, soweit Wege und Mittel in Betracht kommen;

Ordnungen durch den Grad der Komplikation dieses Baus, der Struktur;

Familien durch ihre Gestalt, soweit sie durch den Bau bedingt ist;

Gattungen durch die Einzelheiten der Ausführung in besonderen Theilen;

Arten sowohl durch die Beziehungen der Individuen zu einander und zur Welt, in welcher sie leben, als durch die Proportion der Theile, Schmuck u. s. w.

Die Allgemeinheit dieser Ausdrücke gewährt zunächst keinen Anhalt.

---

*) Essay on classification, in dessen Contributions to the natural history of the united states of America I 1857, p. 170.

Digitized by Google

Man muss versuchen, sie durch Beziehung auf die in der Thierwelt vorhandenen Eigenschaften greifbar zu machen.

Da Agassiz ein warmer Anhänger der Cuvier'schen Typenlehre war, so werden wir bei der Modifikation, welche diese erfahren hatte, annehmen dürfen, unter Bauplan sei die Anordnung der Theile zu verstehen. Das träfe wohl an erster Stelle die Bildung von Antimeren und Metameren. Wir haben aber gesehen, dass Solchem ein erster Rang nicht eingeräumt werden darf, wie denn auch die Typen Cuvier's ursprünglich faktisch gar nicht auf mathematischen Grundformen beruhten, sondern eine Zusammenfassung von in ganz wesentlichen anatomischen Stücken in Organisation übereinstimmenden Thieren waren.

Mittel und Wege zur Ausführung des Plans wären wohl Gewebe und Organe. So weit sich nach solchen eine Eintheilung einrichten lässt, würde diese nach unserer Meinung als das Wesentlichste treffend an höherer, also oberster Stelle stehen müssen.

Auf der Gewebsherstellung und Gewebsdifferenzirung beruht die Ausbildung der Organe. Wir finden, dass bei einer in anderen Punkten bedeutenden Uebereinstimmung doch an verschiedenen Stellen für einzelne Organe auffällige Verschiedenheiten eintreten, theils gestaltlich, von welchen man leichter abstrahiren lernt, theils auffälliger für die Funktion. Auf solche, soweit sie auf die Summe der Lebenserscheinungen eine grosse Einwirkung üben, auch die Entwicklung der Organe an anderen Stellen beeinflussen, sind unter dem oberen Begriff des Typus und lange, bevor man denselben anwandte, wirklich die Klassen gebildet worden. Der sogenannte Bauplan wäre hiernach nicht besonders angethan Klassen zusammenzufassen.

Die unteren Abtheilungen werden viel mehr regiert von dem einzelnen Materiale, aus sich heraus, als von Grundprinzipien, welche von Aussen hineingetragen werden. Giebt es dabei unter den oberen Gruppen untere, welche auf ein Mindermass der Organisationsverschiedenheit zusammenzufassen nützlich erscheint, so geschieht das, und, je öfter solches weiter nach Zusammenhang und Lücken geschehen kann, um so mehr müssen wir bis herunter zur Art das System gliedern. Man kann dabei weder eine Organgruppe von vorn herein als anderen übergeordnet und deshalb wichtiger für die Klassifikation ansehen, noch Prinzipien darüber haben wollen, dass gewissen Verhältnissen nur eine beschränkte Bedeutung z. B. für die Gattungsbildung, nicht aber für die Ordnungsbildung eingeräumt werden könne, wenn man nicht das Hauptprinzip, dass die Klassifikation ein Mittel zur Beschreibung sein soll, beschädigen will. Man muss also überall den Umständen Rechnung tragen, um so mehr, da es sich ergiebt, dass eine Eigenschaft sich kaum zu ändern vermag, ohne auf die übrigen zurückzuwirken.

Die Eintheilung im Einzelnen ist neben den Schwierigkeiten, welche aus der Verwandtschaft der Eigenschaften nach verschiedenen Richtungen

Digitized by Google

hin hervorgehen, namentlich dadurch erschwert, dass die durch Aehnlichkeit verbundenen Gruppen so ausserordentlich verschieden in Umfang sind. Unsere Begriffe haben sich anfänglich nach dem durch Grösse und Menge am Meisten Imponirenden gebildet. Es hält dem Vereinzelten sehr schwer, seinen entsprechenden Einfluss geltend zu machen. Je mehr wir über diese sehr begreifliche Schwäche .wegkommen, um so eher können wir durch das System allem Wichtigen Ausdruck zu geben hoffen.

Was die Eintheilungsversuche selbst betrifft, so hat das Wenige, was Aristoteles bot, welchem nach dem Wesen seiner Schrift über die Natur der Thiere Systematik nicht Aufgabe war, die römischen und diejenigen Schriften geleitet, welche wir im zoologischen Sinne mittelalterliche nennen. Von dem Menschen zu den anderen Thieren fortschreitend, sagt er: „Bei den übrigen Thieren sind die Theile theils allen, theils gewissen Gruppen gemeinsam. Die aus verschiedener Gruppe, *γένος*, haben die Mehrzahl der Theile verschieden an Gestalt, *εἶδος*, und das entweder so, dass dieselben, die Theile, entweder dem *γένος* nach verschieden, nach der Analogie aber gleich sind (das ist die spätere Unterscheidung der Homologie von der Analogie), oder dass sie dem *γένος* nach gleich, aber nach der Gestalt verschieden sind, manche Theile bei den einen auch vorhanden sind, bei den andern fehlen.“ Die obersten Gruppen waren die *ἔναιμα* und *ἄναιμα*, wobei er jedoch wusste, dass die letzteren, zwar blutlos, doch eine ernährende Flüssigkeit hatten. Gegenwart einer solchen, dann der Nahrung aufnehmenden Organe, endlich der Empfindung war ihm das Gemeinsame aller Thiere. Die erste Gruppe hat überall Herz und Leber, meist eine Milz. Sie hat theils vier, theils zwei, theils keine Füsse, dann aber doch eine hohe Organisation; sie hat theils Lungen, theils Kiemen; sie erzeugt theils lebende Junge, theils Eier. Die Vierfüsser sind zum Theil lebendgebärend, zum Theil eierlegend. Jene haben sämmtlich Nieren und Harnblase. Nur der Mensch hat die beiden Hände, welchen am ersten die vielzehigen Füsse anderer entsprechen, vor Allem aber die Affen nahe kommen, bei welchen auch die Hinterfüsse lange Hände sind, gleichsam aus Fuss und Hand zusammengesetzt, während die mit zweispaltigen Füssen oder mit ungespaltenen, die Einhufer, weiter abweichen. Alle Vierfüsser haben Zähne, aber sie sind verschieden gestaltet: alle Fleischfresser haben gezackte Zähne, sind *καρχαρόδοντα*, ihnen entgegen stehen *συνόδοντα*; das Schwein ist schon ihm Allesfresser: *εὐχερέστατον πρὸς πᾶσαν τροφήν*. Bei den Geschlechtseinrichtungen wird hier auch der Delphin geführt und später seiner Milchdrüsen und der Taschen erwähnt, in welche jene münden. Auch in den übrigen Einzelheiten für die lebendgebärenden Vierfüsser hat Aristoteles einen grossen Reichthum. Die von Linné zur Abgränzung gebrauchten Brüste und die von Blainville ebenso benutzte „fast allgemeine“ Behaarung sind aufgeführt. Besonders interessant ist, dass die dem Ruhme

Digitized by Google

Cuvier's bei Beurtheilung der fossilen Palaeontherium und Anoplotherium mit zugerechnete These „Hauzähne und Hörner zugleich besitzt kein Thier", schon von Aristoteles herrührt, sowie die Angabe, dass alle hörnertragenden der Vorderzähne im Oberkiefer entbehrten, wobei sich ihnen das Kamel anschliesse (letzteres nicht genau richtig), und dass ihr Magen viertheilig sei. So wurden höchst natürliche Verbindungen erfreulich charakterisirt.

Für diejenigen blutführenden Vierfüsser, welche Eier legen, ergiebt sich zunächst eine Verbindung mit den Fusslosen, welche, wie jene, auf dem festen Lande leben, den Schlangen, dann als Gegensatz der Mangel der Brüste, die Vertretung der Haare durch Schuppen, einige weitere Verschiedenheiten gegen die Säuger, aber viele Aehnlichkeiten. Die Zähne seien stets Reisszähne, nur die Seeschildkröte habe eine Harnblase. Sie werfen, falls sie nicht hartschalig sind, die Haut ab, wie auch die Schlangen und Vipern, und manche Insekten, oder wie die Embryonen das Chorion.

Die Vögel, eine andere Gruppe der Landthiere, zeichnen sich nach Aristoteles durch die die Hände oder Vorderfüsse ersetzenden Flügel, die Federn und den Schnabel aus. Ihre Füsse sind, wenn auch zuweilen die Zehen durch Schwimmhäute verbunden sind, doch stets mehrspaltig, d. h. nicht Flossen. Die Fledermäuse werden nicht zu den Vögeln gestellt, vielmehr wird angeführt, dass sie ganz andere Flugmittel, Zähne, einen uterus haben und, was die Füsse betrifft, werden sie zwischen Vögel und Seehunde eingeschoben.

Die Fische, als erste Abtheilung der Fusslosen, *ἔναιμα*, lassen sich nach Aristoteles als ein besonderes *γένος* unter den Wasserthieren unterscheiden. Sie haben weder einen Hals, noch Hoden, noch Brüste; statt der Glieder ein oder zwei Paar Flossen, welche zuweilen fehlen; Kiemen in verschiedener Zahl und die einzelnen einreihig oder zweireihig, zuweilen undeutlich, theils mit hartem oder häutigem Deckel, theils, bei den Selachiern, unbedeckt und unter diesen bei den Rochen an der Bauchseite; keine Haare; keine Schildschuppen, *φολίδες*, keine Federn, sondern meist eigentliche Schuppen, *λεπίδες*; mit Ausnahme des Scarus Reisszähne, selbst auf der Zunge; weder Gehörgang, noch Nasengang, noch Augenlieder. Theils sind sie lebendgebärend, theils eierlegend. Ihr Herz sieht mit der Spitze nach vorn, das dort austretende Gefäss sendet Aeste in jede Kieme, die Nieren liegen wie bei den höheren, der Magen schliesst meist an den Mund an. Sie haben oft Darmanhänge unter dem Magen.

Die zweite Abtheilung der Fusslosen bilden die Schlangen, welche zum grösseren Theil auf dem Lande, zum kleineren Theil in süssem Wasser und in der See leben. Die Seeschlangen gleichen im Kopf den Meeraalen. Einige Muräniden oder Ophisuren heissen noch jetzt am Mittelmeer Serpenti di mare. Uebrigens gleichen die Schlangen in fast allen Stücken denjenigen eier-

Digitized by Google

legenden Vierfüssern, welche man Eidechsen, *σαύροι*, nennt, und würden diesen ganz ähnlich sein, wenn man den Sauriern die Füsse nähme und sie streckte, wodurch bei den Schlangen auch die Eingeweide gestreckt sind. Namentlich haben beide Gruppen die Spaltzunge und die Reisszähne gemein. Der Schlüssel zu einer vollständigen Verbindung der Gruppe der Amphibien im späteren Sinne musste Aristoteles bei der Aeusserlichkeit der Merkmale noch entgehen, weil sie nur zum Theil *τετράποδα*, nur zum Theil *φωλιδοτά*, und sogar, wie er, da er die lebendgeborenen Jungen der Viper *ἔχις* kannte, schon wusste, nur zum Theil eierlegend, *ᾠοτόκα*, sind; aber man merkt, wie nahe es ihm stand, sie ganz zu verbinden.

Die Sonderung der Landthiere und Wasserthiere geschah bei Aristoteles nicht ohne hervorzuheben, dass man unterscheiden müsse, ob, während etwa die Nahrung aus dem Wasser genommen werde, die Thiere übrigens doch Landthiere seien, Luft athmeten und auf dem Trocknen würfen, oder ob sie wie Delphine und Walfische, zwar Luft athmeten, aber doch Wasser durch den Mund einnähmen und durch die Spritzröhre ausstiessen, weil sie nämlich in jenem ihre Nahrung erhalten. Solche sind nur in gewissem Sinne Wasserthiere, in anderem nicht. Wenn dabei die Kiemen die Unterscheidung machen sollten, so gäbe es doch auch den *κορδύλος*, der trotz Kiemen vier Beine habe und auf das Land gehe. Man wird dabei kaum annehmen dürfen, dass Aristoteles den Proteus der Adelsberger Grotten gekannt habe; die sonst gegebene Beschreibung des *κορδύλος* passt für Larven von Tritonen oder Salamandern.

Blutlose sind zunächst auf dem Lande lebende Kerbthiere, unsere Insekten, welchen Aristoteles wegen der Einschnitte am Leibe den Namen *ἔντομα* giebt und welche er nach den Flügeln in *κολεόπτερα*, mit harten Flügeldecken, und *ἀνέλυτρα*, ohne solche, sei es *δίπτερα* sei es *τετράπτερα* eintheilt. Solche leben übrigens zuweilen anfänglich als Larven im Wasser. Dann folgen die im Wasser lebenden, wobei allerdings die durch diesen Wohnsitz bedingte Zusammengehörigkeit auch über die durch das Blut gezogenen Gränzen hinaus verfolgt wird. Hierher gehören die *μαλακόστρακα*, die Krebse, für welche ein gemeinsamer populärer Name nicht bestand, dann die zum Schwimmen, Gehen oder Kriechen befähigten *μάλακια*, Weichthiere, Cephalopoden, welche in solche mit langen Fangarmen und ohne solche, zum Theil geschalte, Argonauta, zerfallen, dann die *ὀστρακόδερμα*, Schalthiere, welche sich zum Theil frei bewegen, zum Theil nur vorübergehend ablösen, um auf Nahrung zu gehen, Patellen, zum Theil im Wasser, zum Theil, Landschnecken, auf dem Lande leben. Männliches und weibliches Geschlecht sei bei ihnen nicht unterschieden. Theils seien sie bleibend angewachsen, wie Holothurien und Schwämme, theils nur vorübergehend, wie die Seeanemonen, *ἀκαλῆφαι*. Die letzteren werden nämlich den Schalthieren für ihre Weichtheile verglichen; der Fels, an welchem sie haften, er-

Digitized by Google

setze ihnen die Schale. Für die Eintheilung ist damit, dass die *μαλάκια* wie Sepien, auswendig weich, die Schale innerlich trügen, die *μαλακόστρακα* und *ὀστρακόδερμα* aber die Schale, bei jenen zerreiblich, bei diesen spröde, äusserlich und das Fleisch innerlich, eine einfache Antithese gesucht.

Wenn man weiter spinnenartige Thiere und Tausendfüsse den Insekten zugerechnet, von den Landskolopendern die Anneliden als Seeskolopender unterschieden und die Eingeweidewürmer in Bandwürmer und Spulwürmer getheilt findet, ferner berücksichtigt, dass die Seeigel zwar unter den Schalthieren stehen, aber doch, wie auch die Aszidien, *τήθυα*, ein besonderes Kapitel bilden und in Gattungen getheilt, auch gut verstanden sind, so haben wir so ziemlich, was man von Systematik aus Aristoteles herauslesen kann. Der Reichthum der mitgetheilten Thatsachen, von welchen hier nur das Hauptsächlichste berücksichtigt werden konnte, ist Erstaunen erweckend. Dass in den meisten Stücken das hervorspringt, was auch heute den Kern des Systems bildet, lag wohl zum Theil darin begründet, dass Aristoteles nicht versuchte, ein festes, todtes Schema zu geben, sondern, in stets den einzelnen Thatsachen gerechter lebendiger Behandlung, die Eigenschaften reihenweise an dem ihm bekannten Thiermateriale verfolgte. So Vieles aber war schon bekannt zu derjenigen Zeit, mit welcher die Geschichte der Zoologie ihren Anfang nimmt.

In der Folge wurde dem Aristotelischen Motive der Unterscheidung des Lebens auf dem Lande, im Wasser und in der Luft, zum Fliegen ausgestattet, dadurch auch den Gliedmassen die hauptsächliche Rücksicht geschenkt, dem Uebrigen aber für die Anordnung weniger Bedeutung gegeben. So regierte bei Plinius und in den encyklopädischen Werken der Regeneratoren der Zoologie gleich nach der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts Wotton, Bellon, Rondelet, Gessner, Aldrovandi mehr oder weniger die Theilung der Thierwelt in Terrestria, Aquatilia und Volatilia. Von diesen drei Haufen enthielt jeder von sehr Verschiedenem, der letzte von fast Allem etwas und es wurden Schwierigkeiten für eine natürliche Gruppirung geschaffen, welche wieder los zu werden Mühe kostete. Plinius behandelte in Buch 8—11 die Landthiere, anfangend von den bedeutendsten, Elephant, Drache, Löwe, Tiger, Kamel; dann die Wasserthiere mit Einschluss der Wale und der Niederen, Sanguine piscium carentia, in drei genera: Mollia; Contecta crustis tenuibus; Conclusa testis; hierauf die Vögel, denen im letzten jener Bücher die „Insecta animalia“ folgen. Die Art der Einreihung anatomischer und physiologischer Bemerkungen ist nicht zu loben.

Ed. Wotton, 1552, de differentiis animalium, blieb Aristoteles mehr treu, indem er die Fledermäuse zu den Viviparen stellte. Die eierlegenden Vierfüsser und Schlangen vereinigte er unter dem Namen der Schuppen-

Digitized by Google

träger, Pholidota. Die Wale aber liess er bei den Fischen. Aus den Seewalzen, Seesternen, Medusen, Aktinien, Schwämmen bildete er die Zoophyten, während er die Seeigel noch bei den Testacea liess. R. Leuckart hat in einer besonderen Untersuchung dargethan, dass jener Name der Zoophyten wahrscheinlich aus der Aristotelischen Schule herrühre; Sextus Empiricus, Aelian, Galen bedienten sich seiner, Rondelet bereits differentiell: urticam animal imperfectum esse e molluscorum genere non zoophyton, wie auch Bellon die Seenesseln zu den „pisces molles" stellt. Aldrovandi sagt über die Zoophyten: „quae nec animalium nec fruticum seu plantarum sed tertium ex utroque naturam habent. Latine ea nominare non possimus, nisi plantanimes aut plantanimalia vocemus: urtica, holothuria, tethya, mentula marina, malum insanum, cucumis, pulmo et reliqua similia, quibus multi annumerant spongias, quas non inter plantas imperfectas collocabimus.

Man begreift kaum, wie man es aushielt, die Beschreibung durch die Eintheilung in Land-, Wasser- und Luftthiere so zu erschweren. So blieben auch gewöhnlich die Fledermäuse bei den Vögeln, welchen sie das Volk in Spanien und Italien noch zutheilt. Johnston*) nennt sie Aves carnivorae mediae naturae. Die Exangues aquaticae mit Mollusca, Crustata, unter welchen Seeschildkröten und Seesterne, Testacea, Zoophyta seu Plant-animalia, wurden den Fischen angereiht. Die Insecta schlossen sich an die Vögel. Unter ihnen gesellten sich zu den Insecta pedata alata die pedata non alata, darunter die Raupen, deren Ursprung, obwohl für die Seidenraupen vom Ei ab längst bekannt, doch im Allgemeinen im siebzehnten Jahrhundert noch etwas im Dunkeln lag, die Spinnen, die Tausendfüsse, dann die Insecta apoda: Maden, Helminthen, Regenwürmer, Nacktschnecken. Ferner aber stellten sich den Landinsekten die Wasserinsekten, Insecta aquatilia, gegenüber. Auch diese wurden getheilt in fusstragende, darunter Schnacken, Wasserwanzen, Nepa als Scorpio, und Notonecta, als Cicada fluviatilis, Larven von Libellen, als Locustae aquaticae, von Dyticus, als Squilla, von Phryganeiden, als Ligniperda aquatica, auch als vielfüssige: weisse Würmchen aus Süsswasser, Naiden, Meerflöhe, Fischasseln, Anneliden, auch Röhrenwürmer, Siphunculi testacei, und in fusslose: Blutegel, Seesterne, Seepferdchen, welches Fischchen auch Linné Anfangs nicht hier abzulösen vermochte, endlich als Uva marina ein Zoophyt, eine Siphonophore, welchen noch jetzt die Fischer ähnliche Namen geben, wahrscheinlich Forskalia ophiura. Den Schluss machen die fusslosen Schlangen, untermischt mit Meeraalen, geflügelten Drachen und ungeflügelten Basilisken.

*) Für das Einzelne nehme ich Johnston, Historia naturalis 1657, weil er die Alten und die damals Neueren, ausser den Genannten namentlich noch für Insekten Moufet, vereinigte. Diese verschiedenen gegen einander zu halten würde hier zu weitläufig sein, das Gegebene wird genügen, die Zeit zu charakterisiren.

Digitized by Google

Es wird wenig mythische Thiere geben, in welchen nicht ein starkes Korn Wahrheit steckte. Hier sind es deutlich gehelmte Eidechsen, und solche mit Flughäuten, Riesenschlangen und zweifüssige Eidechsen, auch zweiköpfige Missbildungen, aus Eiern fallende junge Rochen und Anderes, was den abenteuerlichen Darstellungen zu Grunde lag.

Schwenckfeld in seinen Theriotrophaeum Silesiae 1603 sonderte zwar die Vierfüsser von den Reptilien, aber erst John Ray's Untersuchungen über den Bau des Herzens der verschiedenen Klassen der Blutthiere, mit Darstellung der Verschiedenheiten der Kammersonderung und deren Wirkung für Gliederung des Blutkreislaufs in zwei gesonderte Bahnen, Wärmeerzeugung und ganze Lebenseinrichtungen, gestatteten in Verbindung mit den schon bekannten Differenzen der Athemwerkzeuge eine über die Klassifikation nach den Bewegungsorganen, nach Vorkommen und Zahl, sich erhebende Eintheilung. Ray wusste auch, dass der Regenwurm rothes Blut habe. Er wurde, mit den anatomischen Grundlagen und der Definition in grossen Zügen, dem Artbegriff und der bestimmten Ausdrucksweise für das Einzelne, durch massenhafte Einführung neuer Formen, auch im Besonderen z. B. für die Gruppirung der Säuger, durch exaktere Durchführung der Rücksicht auf Gliedmassenbeschaffenheit und die Verwendung von Merkmalen aus den Zähnen über die Aristotelische Schule hinausgehend, besonders nachdem Brisson seine Resultate zusammengefasst hatte, die Hauptquelle für Linné, namentlich für dessen Ausgabe von 1758.

Linné selbst, 1707—1778, fing sein Systema naturae mit ziemlich mangelhaften und sehr dürftigen Ausgaben an, es fiel ihm schwer, über das Aeusserlichste hinaus zu kommen. Erst von 1746 an, seit er Rücksicht auf Swammerdam und Réaumur nahm, welch' letzterer von 1709 ab der französischen Akademie eine Menge von Aufsätzen über Insekten, im weiteren Sinne überreicht hatte, und später unter dem Studium von Ray wurde seine Klassifikation besser und das Material reicher, lezteres endlich sehr reich. Erst in der zehnten Ausgabe reihte er die Wale, Cetacea, in die erste Klasse, welche er Anfangs Quadrupedia genannt hatte, bis er für sie die neue, beste Benennung der Mammalia, wegen der ihnen allein und ihnen allen zukommenden Milchdrüsen einführte. Die Rochen und Haie, Selachier des Aristoteles, und andere Fischordnungen mit Besonderheiten des Skelets schwankten ihm mehrfach zwischen Amphibien und Fischen hin und her. Den Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces folgten als fünfte Klasse die Insecta, deren flügellose Gruppe die Tausendfüsse, Spinnen und Krebse mit umfasst, als sechste die Würmer, welche alles Uebrige, namentlich auch die Cephalopoden, Schalthiere und Zoophyten aufnahmen. Will man vorgreifend die Wirbelthiere zusammenfassen, so hätte Linné nur drei grosse Abtheilungen: Wirbelthiere, Insekten und Würmer gehabt. Durch Klein wurden unter letzteren die Echinodermen zwar noch den Schalthieren be-

Digitized by Google

lassen, aber doch durch Zusammenordnung einer Reihe von Gattungen derselben zur Absonderung vorbereitet, was von Pallas und Bruguière weiter geführt wurde. Klein gab auch 1734 den Cephalopoden eine Zusammenfassung als Radiata und Pallas vereinigte die Zoophyten.

Die Absonderung der Reptilien, Amphibien, Serpentien, bald unter dem ersten oder dem zweiten Namen zusammen, bald in Gruppen geschieden, von den Mammalia wurde um den Schluss des vorigen Jahrhunderts und den Anfang dieses unterstützt und vollendet durch Laurenti, Blumenbach, Batsch, Schneider und Brogniart, von welchen Schriftstellern die beiden letzteren die Salamander und Frösche für sich zusammenfassten, so dass diese unter Verbindung mit den Cäcilien durch Blainville 1816 den Namen Amphibien allein, die Reptilien aber den ihrigen bekamen, ohne Rücksicht darauf, ob sie fussloss krochen oder auf vier Füssen liefen. Uebrigens finden wir z. B. noch bei de la Cépède gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts den Begriff Quadrupèdes ovipares.

Der nächste grosse Schritt war die Verbindung der vier oberen Klassen oder fünf, wenn man Reptilien und Amphibien gesondert hielt, zu einer Gemeinschaft. Dadurch wurde zugleich mehr Gleichgewicht in die Eintheilung gebracht, während bisher die kolossale und verschiedenartige Klasse der Insekten sammt den sogenannten flügellosen nur einer Klasse der Blutthiere etwa den Säugern im System gleichwerthig erschien, obwohl deren innere Verschiedenheit viel geringer war. Schon Mizaldus hatte in seinen Memorabilium utilium centuriae 1599, wie Severino 1645 in seiner reichen und geordneten vergleichenden Anatomie, welche er nach dem voraristotelischen Meister Zootomia democritaea nannte, aufführt, hervorgehoben, dass nur einem Theil der Thiere die Wirbelsäule, zu deren Seiten sich die Theile symmetrisch ordneten, zukämen. Buffon sagte 1754 im Discours sur la nature des animaux, die innere Einrichtung, die thierische Oekonomie, sei für den Menschen und alle Thiere mit Fleisch und Blut ziemlich gleich, aber die äussere Hülle sei sehr verschieden, besonders das obere und untere Ende und wieder die Enden der Glieder, während, je näher dem Centrum, um so grösser die Aehnlichkeit sei. Finde sich schon für Herz und Lungen Differenz, Insekten, so hört die äussere Aehnlichkeit ganz auf oder die Abweichungen seien doch weit grösser. Das ist nicht allein ein Anfang der Typenlehre Cuviers, sondern auch eine Abwägung des Werthes für Eintheilung an äusseren gegen innere Eigenschaften aus anatomischem Bau der Organe. Batsch vereinigte 1788 die vier oberen Klassen Linné's als Knochenthiere. Man war, wie wir aus Göthe ersehen, um jene Zeit sehr aufmerksam auf das Skelet. 1796 wurde das knöcherne Gerüst von de la Cépède als ein durch die Klassen der Säuger, Vögel, eierlegenden Vierfüsser, Fische und Schlangen einheitliches Modell,

Digitized by Google

modèle unique, bezeichnet, geordnet um die Wirbelsäule in den allermannigfaltigsten Verhältnissen.

1797 und 1800 setzte Lamarck den Gegensatz der Animaux à vertèbres und Animaux sans vertèbres an die Stelle der ἔναιμα und ἄναιμα des Aristoteles. Wirbel haben auch Fische, deren Skelet kein Knochengewebe bietet, der Begriff war also genauer als bei de la Cépède. In Wechselwirkung mit den anatomischen Untersuchungen Cuvier's wurde diese Unterscheidung die hauptsächliche Grundlage der Typenlehre, welche sich 1812 und 1817 in der Vorlage an die Akademie vollendete.

Eben so wichtig als diese Zusammenfassung der oberen Klassen war die weitere Behandlung und Auflösung der der Insekten und Würmer. Schon 1749 hatte Buffon, welcher die sechs Klassen überhaupt willkürlich nannte, in den Würmern eine Vereinigung der verschiedenartigsten Thiere gefunden, wie er denn auch die Lächerlichkeiten rügte, welche der Eintheilung der Säuger bei Linné, vorzüglich nach den Zähnen, theils aus falschem Verständniss, theils aus Unkenntniss anklebten. Von den Insekten hatte bereits Brisson die Crustacea, Krebse, als mit mehr als sechs Füssen versehen, abgesondert und, da er Walfische und Knorpelfische als besondere Klassen führte, neun Klassen, sechs mit und drei ohne Blut aufgestellt. Indem durch Réaumur, Rösel, Geoffroy, de Geer, Fabricius die Kenntniss der Insekten sich vervollkommnete, namentlich durch letzteren 1775 statt oder zu der Eintheilung nach Flügeln oder nach der Entwickelung, mit welcher Swammerdam hauptsächlich bekannt gemacht hatte, die nach Mundwerkzeugen eingebracht wurde, 1756 durch Adanson und 1791 durch Poli die Schalthiere statt nach der Schale nach dem Bau des Thieres geordnet wurden, auch die Gruppe der Pflanzenthiere durch Marsigli, Ellis, Pallas, Esper in einer grösseren Mannigfaltigkeit bekannt, auch auf ihre Organisation Gegenstand der Untersuchung und nach zoologischen Merkmalen nicht nach groben Aeusserlichkeiten abgegränzt wurde, bereitete sich die Auflösung jener Klassen schon von 1756 an bei Linné selbst vor, indem die Würmer in fünf Ordnungen auseinander traten: die eigentlichen, die Weichthiere, die Schalthiere, die Lithophyten und die Zoophyten, und vollendete sich bei Cuvier, welcher 1798 an Hand der eigenen anatomischen Arbeiten die weissblütigen Thiere in vier Klassen: Weichthiere, Insekten, Würmer und Pflanzenthiere trennte. Dabei wurden in der letzten Klasse bereits zusammengefasst die Stachelhäuter, Echinodermata, die weichen Pflanzenthiere: Seeanemonen, Quallen, weiche Polypen und Infusorien, und die Pflanzenthiere mit Hartgebilden: Steinkorallen, Hornkorallen, korkartige Alcyonien, Schwämme, zellenbildende Hydroiden und Bryozoen.

Je nachdem man, wie Latreille, die Krebse, Spinnen und Tausend-

Digitized by Google

füsse von den Insekten, wo sie bei Linné unter den Aptera Platz gefunden hatten *), ablöste, von den Würmern die beim Uebergang zum laufenden Jahrhundert immer reichlicher untersuchten Eingeweidewürmer schied oder nicht, die Zoophyten mehr oder weniger zerlegte, erschien unter den Händen von Lamarck, Duméril, Latreille und Anderen die Zahl der Klassen ungleich und waren derselben bei Lamarck bis sechszehn. Einzelnes Bedeutsame bei den Wirbelthieren: die Vermannichfaltigung der erst nur in den amerikanischen Opossums bekannten und damit bei Handthieren oder Raubthieren als Hinterhänder untergebrachten Beutler durch die australischen sehr zahlreichen Formen, die Entdeckung der Monotremen mit dem zuerst für eine künstliche Zusammensetzung angesehenen Schnabelthier, die der Olme, Proteus, verfehlten nicht, bestimmend auf die Systematik einzuwirken.

Epoche machte das System von Georges Cuvier 1817 mit vier übergeordneten Types oder embranchements und neunzehn Klassen in folgender Ordnung:

Wirbelthiere: Säuger, Vögel, Amphibien, Fische.

Weichthiere: Cephalopoden, Pteropoden, Gastropoden, Acephalen, Brachiopoden, Cirripoden.

Gliederthiere: Anneliden, Krustazeen, Arachniden, Insekten.

Strahlthiere: Echinodermen, Eingeweidewürmer, Quallen, Polypen, Infusorien.

Der Name Radiata war nur in diesem Sinne angewandt, nicht an sich neu; Klein hatte ihn 1734 für die Cephalopoda, also untergeordnet, gebraucht, während er die Echinodermen bei den Schalthieren liess. Die Abtrennung der Mollusken von den Würmern Linné's war der wichtigste Schritt, aber auch für das Uebrige wurden die Würmer getheilt, indem die höheren Würmer wegen der Gliederung mit den Linné'schen Insecta verbunden wurden.

Auch Lamarck hatte den Versuch gemacht, den Klassen übergeordnete Kategorien zu bilden, indem er statt Vertebrata setzte Intelligentia und die Invertebrata in Sensitiva und Apathetica theilte. Während hier nur eine Funktion die Kategorien bestimmte, beruhten diese bei Cuvier auf den durch seine vielseitigen Untersuchungen nachgewiesenen anatomischen Eigenschaften, namentlich dem Knochengerüste und Rückenmark in bestimmter Lage für die Wirbelthiere, der Bauchganglienkette **) und dem Rückenherzen für die Gliederthiere, einem ungegliederten Körper mit einem Herzen für

*) Walckenaer und Gervais wandten den Titel Aptera nach Ablösung der Krebse wieder zur Zusammenfassung luftathmender Arthropoden an mit drei Klassen nach Abwesenheit und Anwesenheit der Fühler Acera (Spinnenthiere), Dicera hexapoda (aptere Insekten) und Dicera myriapoda (Tausendfüsse).

**) Diese verschiedene Lage der Zentralorgane des Nervensystems drückt Brühl aus durch die Benennungen Notoneura und Gastroneura, letzteres für Avertebrata im Ganzen.

Digitized by Google

die Weichthiere, niederer Organisation mit strahliger Anordnung für die Strahlthiere.

Erst bei de Blainville 1822 wurde an erster Stelle die mathematische Anordnung entscheidend und man darf Typen in solchem Sinne nicht mit Cuvier's Systematik identifiziren. Blainville's System enthielt in folgender Ordnung 26 Klassen:

Unterreich I: Artiomorpha, Artiozoaria, Zygomorpha, Bilaterale.

A. Gegliedert: Inwendig: Osteozoaria, Vertebrata, mit fünf Klassen: Pilifera, Säuger; Pennifera, Vögel; Squamifera, Reptile; Nudipellifera, Amphibien; Pinnifera, Fische.

Auswendig: Entomozoaria mit acht Klassen, mit steigender Fusszahl: Hexapoda, Insekten; Octopoda, Arachniden; Decapoda, höhere Krebse; Heteropoda, Squillen und andere Krebse; Tetradecapoda, Amphipoden und Isopodenkrebse; Myriapoda, Tausendfüsse; Chaetopoda, Anneliden; Apoda, Blutegel, Bandwürmer, Rundwürmer.

B. Etwas geliedert, zwei Klassen: Nematopoda, Cirripedische Krebse; Polyplaxiphora, Chitonschnecken.

C. Nichtgegliedert: Malacozoaria, Mollusken, mit zwei Klassen: je nach Entwicklung eines Kopfes: Cephalophora, Acephalophora.

Unterreich II: Actinomorpha, Actinozoaria, Radiäre mit sechs Klassen: Annelidaria, Sipunkulidenwürmer; Ceratodermaria, Echinodermen; Arachnodermaria, Akalephen; Zoantharia, Aktinien; Polypiaria, Anthozoen mit einfachen Tentakeln und Bryozoen; Zoophytaria, Alcyoniden mit zusammengesetzten Tentakeln.

Unterreich III: Heteromorpha, Heterozoaria, Amorpha, Unregelmässige; mit drei Klassen: Spongiaria, Schwämme; Monadaria, Infusorien; Dendrolitharia, Korallinenpflanzen.

Von hier ab kann es sich nicht mehr darum handeln, auch nur die wichtigeren Einzelversuche in der Systematik zu notiren, sondern nur noch darum, im Allgemeinen diejenigen mehr einschneidenden Fortschritte hervorzuheben, welche auf besserer Erkenntniss der anatomischen Eigenschaften oder der Entwicklungsgeschichte beruhen und die Punkte zu bezeichnen, welche als strittige für die Verschiedenheit der Systembildung bedeutsam blieben.

Die Eintheilung nach Typen über den Klassen schien eine Zeit lang eine sehr bedeutende Stütze aus der Entwicklungsgeschichte zu erfahren. Bär namentlich stellte die Entwicklung der vier Typen aus dem Ei als sehr bestimmt geschieden dar. Aus seinen Untersuchungen, denen von Kölliker, von P. J. v. Beneden ging hervor, dass Wirbelthierembryonen sich in der Keimhaut erst mit der Rückenpartie anlegten, über den Dotter sich gegen die Bauchseiten hin entwickelnd, allmählich Dotter vom Bauch aufnehmend; während bei den Gliederthieren sich umgekehrt erst die Bauch-

Digitized by Google

wand bilde und der Dotter vom Rücken aus aufgenommen werde, bei den cephalopodischen Weichschnecken dieses vom Kopfe aus geschehe, dass aber bei den Uebrigen überhaupt ein solcher Gegensatz nicht bestehe. Man sieht leicht, dass das doch den Typen Cuvier's in den Gegensätzen nicht entsprach. v. Beneden machte auch nur drei Gruppen, Linné wiederholend, mit 30 Klassen: Hypocotylés, welche ein Rückenmark haben und bei welchen der Dotter bauchständig ist; Epicotylés mit Bauchganglienkette, welche den Dotter vom Rücken aufnehmen; er stellte die Räderthierchen dazu; Allocotylés, bei welchen sich der Dotter weder auf die eine noch auf die andere Weise verhält, welche meist einen Schlundring, aber keine Ganglienkette haben; dahin stellte er unter den Mollusken auch die Cephalopoden, Tunikaten, Bryozoen und an das Ende die Infusorien und Rhizopoden, während Vogt mit Kölliker den Cephalopoden den besonderen Platz liess. Es hat sich aber schon lange ergeben, dass überhaupt die Umwachsung eines Dotters, Gegensetzung eines in der Furchung und Zellbildung vorgehenden Theils gegen einen anderen, erst sekundär durch jenen, als Ernährungsmaterial, zur Verwendung kommenden, mehr von der Masse des Eimaterials als von der zoologischen Stellung abhängt, dass es holoblastische und meroblastische, Remak, Thiere in nächster Verwandtschaft giebt. Wenn wir dazu nehmen, dass Kowalevsky die Invagination der Keimhaut in so verschiedenen Typen nachwies, so erscheint das Gemeinsame, Gleichartige der Entwicklung aus dem Ei stärker hervorzutreten als das Ungleichartige, auch dieses nicht gerade den nach der Organisation aufzustellenden Typen entsprechend vertheilt zu sein, die Entwicklung für Gleichartigkeit der Typen nicht nur nicht über das hinauszugehen, was aus der Organisation in Rückschluss zu folgern wäre, sondern Gleichheiten in der Organisation auf ungleichen Wegen zu schaffen. Wenn die grössten Unterschiede, welche es für die Entwicklung derjenigen Thiere, welche eine Leibeshöhle ausbilden, geben kann, über die Gränzen der Typen wegschreiten, nicht mit ihnen zusammenfallen, so ist es mit der Unterstützung von Cuvier's Typenlehre durch die Entwicklungsgeschichte wohl zu Ende. Damit fällt dann der so viel vertretene Satz, dass es nur innerhalb der Typen Homologieen, morphologische und entwicklungsgeschichtliche Uebereinstimmungen, zwischen ihnen nur Analogieen, funktionelle, physiologische Uebereinstimmungen gebe, womit allerdings durchaus nicht gesagt werden soll, es sei nicht räthlich, blos funktionelle Uebereinstimmungen von tiefer liegenden Gleichwerthigkeiten zu sondern.

Auch blieb gegen die Typenlehre einzuwenden, dass es viele Thierformen giebt, welche nach ihrer Organisation, wo man sie auch einreihen mag, etwas Fremdes darstellen und andere, welche die Eigenschaften mehrerer Typen verbinden, so dass die einen und andern die Kategorien weniger scharf machen. Das wird nicht besser, wenn man die reformirte Typenlehre nimmt, als Kriterium, statt der Organisation, die Lagerung der

Digitized by Google

Theile, wenn man die Anordnung nach Antimeren und Metamerenbildung als oberstes Princip der Eintheilung anwendet. Nach mathematischen Grundsätzen würden, wie wir oben gezeigt haben, ohnehin die drei oberen Typen Cuvier's für die hauptsächliche Antimerenbildung, die bilaterale Symmetrie, nicht zu trennen seien, und nach der Metamerenbildung wenigstens der erste und dritte zusammenstehen. So nützlich die Zusammenfassung der Wirbelthiere war, so hat selbst sie im Fische Amphioxus ihren Haken. So gut sich anfänglich Arthropoden in sich und als Artikulaten mit den Anneliden zusammenzuordnen scheinen, so begegnen wir doch am Ende überall Schwierigkeiten. Es ist nicht anders für die Beziehungen der Mollusken zu den Molluskoiden und für die zwischen den beiden grossen Klassen der Radiaten, Coelenteraten und Echinodermen. Man mag die Typen beibehalten, um die Gruppirung übersichtlicher, dem Gedächtniss bequemer zu machen, aber man darf ihnen keine zu tief gehende Bedeutung beilegen.

Die Typenlehre ist namentlich dadurch erschüttert worden, dass der Inhalt des vierten Typus von Cuvier, selbst nach Ausscheidung dessen, was in der That nicht radiär gebaut ist, also für Polypen, Quallen, Echinodermen keine bestimmte anatomische Gleichartigkeit zeigt, vielmehr die beiden ersten Klassen sich schön verbinden lassen, die dritte aber viel ferner steht. Die ausserordentlich glückliche Zusammenordnung der Quallen und Polypen durch R. Leuckart als von Thieren, bei welchen Leibeshöhle und Verdauungshöhle nicht geschieden sind, Coelenterata, und die dieses Band vervollständigenden Entdeckungen der genetischen Verbindung sessiler polypenartiger Generationen in dieser Gruppe mit den schwimmenden Medusoiden durch Sars, Dalyell, Reid, Dujardin und Andere mussten die Zusammenstellung dieser Klasse mit der ganz anders organisirten und sich entwickelnden, in sich ebenfalls gut zusammenhängenden der Echinodermen als nicht zweckmässig erscheinen lassen. Nur die äussere Aehnlichkeit ist etwas lebhafter für Echinodermen und Rippenquallen, aber auch hier haben die der letzteren zum Theil zukommenden, formveränderlichen Papillen doch mit den Füsschen der Echinodermen keine tiefgehende Gemeinschaft.

So sind einerseits die vermeinten typischen Unterschiede, andererseits die typischen Gemeinschaften abgeschwächt. Das aber ist immer als Vortheil der Typenlehre geblieben, was durch sie gegen die sonst unseren Gewohnheiten so nahe liegende Auffassung der Thiere als in einer linearen Folge vom Niederen zum Höheren aufsteigender Reihe erworben war. Die Typenlehre hat wesentlich dazu beigetragen, erkennen zu lassen, dass unter verschiedenen Umständen grössere und geringere Vollendung erreicht werden kann; sie zeigte, dass in den verschiedenen Typen ungleiche Organisationshöhe auftritt, so dass ein niedrigeres Wesen aus einem an sich höheren

Digitized by Google

Typus niedriger stehen kann, als ein höheres eines niedrigeren Typus. Um dieses hat v. Baer das grösste Verdienst gehabt.

Was das Einzelne betrifft, so haben die Gränzen der Weichthiere mehrere Zweifel erregt. Die älteren Autoren hatten Allerlei, was Schalen trug, dorthin gebracht. In ganz neuer Zeit haben Agassiz, beziehungsweise Vogt die Vortizellen, Polythalamien, Ctenophoren noch zu ihnen gestellt. Cuvier liess die cirripedischen Krebse, welche wie die Röhrenwürmer von den Conchyliologen mit aufgeführt wurden, obwohl er ihre Gliederung kannte, noch an dem alten Platze. Erst auf die Vervollständigung der Untersuchungen, namentlich durch Burmeister und Thompson, vor Allem durch die Kenntniss ihrer Entwicklungsgeschichte mit freilebenden Jugendständen konnten diese durchaus den Crustacea zugetheilt werden. Die anderen Beimengungen fielen leichter ab. Dagegen wurden die Bryozoen, mit ihren Kolonien wie mit Moos fremde Körper überziehend, manchmal ähnlich den Korallen oder den Hydroidstöcken, von welchen Medusen entspringen können, durch Ehrenberg wegen ihres ganz verschiedenen Baues aus den Korallen genommen und von H. Milne Edwards 1855 mit den Tunikaten als Molluskoide vereint, um zugleich die Aehnlichkeit und die Abweichung von den Mollusken auszudrücken, mit diesen zu dem gemeinschaftlichen Typus der Malacozoa verbunden. Dana adoptirte das, während Leuckart den Bryozoen eine Beziehung zu den Mollusken nicht einräumen wollte. Für die Brachiopoden hat schon 1847 Japetus Steenstrup zurückgewiesen, dass sie durch die Anomien mit den gewöhnlichen Muscheln verbunden seien. Gratiolet, Burmeister, Lacaze, Duthiers, Gegenbaur hatten auf gewisse Beziehungen zu den Würmern hingedeutet, bis Morse sie besonders wegen ihrer Larven ganz zu diesen gestellt hat. Nach ihm beweist die stellenweise niedere Organisation, dass die Brachiopoden alte, die Röhrenwürmer neue kephalisirte, kopfkiemige Würmer seien. Auch Kowalevsky hat namentlich für Argiope die Entwicklung wurmähnlich, der des Balanoglossus (siehe II. Band) verwandt gefunden. Nach A. Agassiz würde man dann die Bryozoen als Kolonieen von Brachiopoden betrachten, deren zwei Schalen zusammenhängen, die flache den gemeinsamen Grund bildend, die konvexe eine Oeffnung für den Tentakelkranz lassend. Auch wurden die Insekten im alten Sinne Linné's wieder unter dem Namen der Arthropoda vereint, so dass die Insecta im engeren Sinne als Klasse darunter standen, die ganzen Arthropoda aber mit den ebenfalls gegliederten, aber keine gegliederten Füsse besitzenden Würmern, Annellata, zum Typus der Articulata oder Entomozoa verbunden. Sehr allgemein wurde eingesehen, dass das Radiäre, welches man am Vorderende einiger Eingeweidewürmer aus der Gruppe der Bandwürmer findet, nebensächlich sei, und diejenigen, welche Solches haben, erschienen durch passende Uebergänge, Trematoden und Egel, den nicht parasitischen, bestimmt gegliederten Würmern mit borsten-

Digitized by Google

tragenden Fussstummeln, Anneliden oder Chäthelminthen, theils gut verwandt, theils half wohl etwas die alte Benennung Eingeweidewürmer, mit zur Zusammenordnung. Als eine sehr passende Ergänzung des Systems wurde es aufgenommen, als, wie früher besprochen, C. Th. v. Siebold 1845 den besonderen Typus der Protozoa bildete, über den Infusorien und den Rhizopoden. Die Radiaten waren dadurch auf die oben genannten drei Klassen beschränkt.

Die Würmer drohen heute, während man sie seit Linné von Vielem befreit und ihnen dadurch einen einheitlichen Charakter gegeben hatte, wieder, wenn auch nicht so sehr, als bei Linné, doch einigermaassen die Abtheilung zu werden, in welche man das, was man irgendwo nicht kontinuirlich anzuknüpfen weiss, einstellt. So werfen Viele dorthin die kleine Gruppe der Räderthierchen, welche in den ersten Beobachtungen theilweise, nämlich die festsitzenden, den Polypen zugetheilt wurden, dann wegen ihrer Kleinheit bei den Infusorien standen, jetzt aber von Manchen zu den Arthropoden gestellt werden; Andere die Myzostomiden, auf Seesternen schmarotzende kleine Wesen, für welche ebenfalls durch Vermittlung der Tardigraden oder Bärthierchen eine Verbindung mit den Arthropoden herstellbar schien; Andere die Bryozoen, indem sie diese, trotz ihres den Mollusken ähnlich umkehrenden Darmes den Röhren bewohnenden Anneliden vergleichen, und weiter die Tunikaten, welche, nachdem Kowalevsky ein schon von J. Müller beobachtetes Larvenorgan bestimmt als der Chorda der Wirbelthiere entsprechend gedeutet hatte, Wirbelthierbildung aus den Würmern vermitteln sollen. Die Gephyrei mussten ebenfalls aus der Gruppe der Echinodermen hierhin gesetzt werden, und für die Echinodermen überhaupt hat schon Huxley wegen der Aehnlichkeit der Larven, dann Häckel im Vergleich der Theilstücke die Verwandtschaft mit Würmern betont. Von der Zutheilung der Brachiopodenmuscheln hierher war schon die Rede. Alle diese Gruppen finden ihre Aehnlichkeiten aber weniger bestimmt in einem Typus, als das sonst der Fall zu sein pflegt, sie sind atypische Formen, sie haben ihre Verwandtschaften gegen Klassen, welche man in verschiedene Typen zu bringen pflegt, oder welchen man doch in einem Typus sehr verschiedene Plätze anweist. Legen wir, wie wir gewiss an vielen Stellen Grund haben, das zu thun, auf Gegenwart und Anordnung von Theilstücken einen geringeren Werth als auf die Gegenwart und Entwicklung von Organen, so findet sich etwas mehr Grund, die Räderthiere und Bryozoen lieber den Würmern zuzutheilen als den Krustaceen und Malakozoen. Es liegt das aber hauptsächlich in der Elastizität des dann erübrigenden Wurmbegriffs, und es schwindet zugleich das hauptsächliche Unterscheidungsmittel zwischen Artikulaten und Mollusken*). Auf der

*) Gegliederte Larven haben wie Würmer auch Chitonschnecken, Pneumodermon unter den Pteropoden und Dentalium.

Digitized by Google

anderen Seite ist in deutlich nahe verwandten Würmern ein so kolossaler Organisationsunterschied, z. B. zwischen Cestoden, Trematoden, Hirudineen, dass die Neigung sich vermindert, die Organentwicklung allein sprechen zu lassen. Schliesslich ergeben sich Motive, gewisse, in der Regel ruhig belassene, Würmer den Mollusken ziemlich eben so nahe oder näher verwandt zu erachten, als den gegliederten Anneliden. Wie mühsam ist es z. B., die Nematoden mit den letzteren zu verbinden. Wenn man so viele heterogene Dinge unter den Würmern vereint, so wird das entweder, wie bei Mc Crady, welcher auch die Coelenteraten auf einer wurmähnlichen embryonalen Basis, der Planula, ihnen verbinden will, zu einer Wiederherstellung der Würmer im Sinne Linné's oder zu einer stärkeren Auflösung dieser Gruppe führen, und das wird wohl das Richtigste sein. Die Würmer, als Begriff, können das nicht ertragen, was ihnen zugemuthet wird. Die höchsten Würmer, die Anneliden, zeigen durch die Gliederung und die hohe Organisation sich als sehr nahe Verwandte der Arthropoden. Die anderen gleichen im Mangel der Gliederung der Personen, namentlich im Nervensystem, ihnen wenig, mehr den Schnecken. Man wird zu wählen haben, ob man lieber jenen oder diesen, namentlich den Eingeweidewürmern den Titel der Würmer lassen will, aber man wird nicht Alles unter die Würmer stecken dürfen, was anderswo stört, mit Belassung eines gemeinsamen Namens.

Die Stellung der Schwämme nahe bei den Coelenteraten wurde 1854 von R. Leuckart deutlich erläutert. Miclucho Maclay und Häckel haben das durch die Art, wie sie das Kanalsystem und die Bedeutung der Oeffnungen auffassten, zu unterstützen gesucht, und Eimer dafür noch das Vorkommen von Nesselfäden bei Schwämmen angeführt*). Diese Anordnung wird wohl ziemlich allgemein gebilligt.

Indem die Schwämme den Protozoen entfielen, sind auch die Infusorien wieder Gegenstand der Aufmerksamkeit geworden. Diese waren erst nur darauf zusammengestellt, dass man des Mikroskops bedurfte, um sie zu sehen, und benannt danach, dass man sie in Flüssigkeiten fand, in welche man wissentlich nichts Lebendes gebracht hatte, in Aufgüssen. Nach manchen Vorläufern wurden sie in grosser Menge 1838 durch Ehrenberg abgebildet, mit Deutung ihrer Organisation auf Grundlage des oben bei Gelegenheit der Sarkode angeführten Prinzips. Namentlich erklärte Ehrenberg auf Experimente mit Farbstofffütterung hin die eigentlichen Infusorien als mit einem vollkommenen Darmkanal versehen, welcher viele Magensäckchen

*) Ich habe seit 1857 Nesselorgane in einem mikroskopischen Schwammpräparat aus Spezia gehabt und damals meinem Freunde Leuckart gezeigt, bin jedoch nicht im Stande zu behaupten, die Nesselfäden seien nicht zufällig in den Schwamm gekommen. Eimer hält nach persönlicher Mittheilung fest, bestimmte Schwämme besässen zuverlässig Nesselorgane. Man vergleiche übrigens, was letztere betrifft, Band II, Buch 4.

Digitized by Google

an sich hängen habe, für Enterodela polygastrica. Dagegen wurde sehr rasch von Carus, Focke, Meyen eingewendet, dass die aufgenommenen Stoffe ersichtlich in der Substanz, nicht in Taschen, liegen, und die Infusorien wurden zur selben Zeit, als Dujardin sie für homogene Sarkode nahm, von Meyen unter dem Einfluss der Zellenlehre, trotz der Mundöffnung, als eine Portion leimartiger Substanz mit einer Hülle, einer vegetabilischen Zelle ähnlich, erachtet. Es folgte das oben erwähnte Eintreten v. Siebold's und Kölliker's in ähnlichem Sinne für die ganze Protozoengruppe. Perty dagegen meinte 1852, ein Infusorium entspreche nicht einer Zelle, sondern einer Combination unvollkommen entwickelter Zellen. Auch Joh. Müller, Stein, Cohn, Claparède, Greeff mochten nicht eine so mannigfaltige Organisation an einer Zelle suchen. Wir haben auch darüber schon von Seiten des Zellbegriffs zu reden gehabt.

Um zu einem Resultate zu kommen, wird man von der Verbindung der Infusoria ciliata mit anderen Formen absehen und jene allein in's Auge fassen müssen. Auch wenn es richtig ist, dass Wimpern aus der plastischen Substanz sich bilden, ohne dass sich diese zuvor in einer Hülle differenzirt hat und somit die Ciliaten mit den wimperlosen Sarkodeorganismen sich verbinden, ist durch die Thatsache der Wimperbildung die Trennung ganz deutlich. Wenn wir es überhaupt für möglich halten, eine Gränze zwischen Thieren und Pflanzen zu ziehen und überall sagen zu können, Dieses ist ein Thier, Jenes aber eine Pflanze, so werden für die Infusoria ciliata, namentlich die mit einem Munde ausgerüsteten Stomatoda, starke Motive sein, dass sie den Thieren zufallen, während wir für Amoeben und dergleichen weniger Grund zu einer so bestimmten Aussage haben. Es wird also ihre Auffassung, ob sie einzellig oder komplex seien, insofern besonders wichtig, als, wenn Jenes richtig ist, wir auch von sicheren Thieren einen Theil mit dem Minimum von Organisation fänden.

Damit wäre der Anfang eines logischen Systems auf Organisation gegeben: hier nur ein Bildungselement, dort mehrere. Gerade dadurch, dass in den Infusorien der Plasmaleib nicht in Zellen getheilt ist, oder diese in ihm wieder zusammengeflossen sind, oder wenigstens wir die Gliederung nicht bemerken, sie auch mindestens eine wenig wirksame ist, mag es sich erklären, dass diese Wesen in mehr einheitlichen Impulsen eine lebhaftere Beweglichkeit und Gestaltsveränderung haben, als deutlich vielzellige niedere Organismen, in welchen aber die Differenzirung der Gewebe und Organe keine Fortschritte macht, wie Zygosporeen, z. B. Volvox, obwohl unter diesen de Bary ja auch die Myxomyceten für Thiere angesehen hat. Es wäre das vielleicht ein Wink, alle jene Beweglichkeit nur auf die mangelnde Bestimmtheit der Zellgliederung zu schieben und ihr einen ganz anderen, viel geringeren, Werth beizulegen, als derjenigen, welche auf besonderen Geweben, in Differenzirung, beruht, deshalb auch für jene Infusorien in dieser Be-

Digitized by Google

weglichkeit keinen starken Beweis thierischer Natur zu sehen, die höhere Gewebsdifferenzirung als Kriterium aufzustellen und sie mangels solcher gar nicht als Thiere anzusehen. Das würde die Abgränzung und Eintheilung der Thiere allerdings sehr erleichtern, aber die Gemeinsamkeit der zu betrachtenden Punkte für die organische Natur im Ganzen macht es kaum nützlich, sich dabei zu beruhigen.

Jene angeblich einzelligen Organismen sind übrigens einer Gewebsdifferenzirung theilhaftig. Ein Muskelband im Stiel, ein Muskelring um den Mund funktioniren bei den Vortizellen ganz anders als die zentrale, verdauende, produzirende Masse. Ebenso ist der Sarkodekörper der Radiolarien durch differente Bildungen, die Zentralkapsel, welche intrakapsulare Sarkode von extrakapsularer trennt, eventuell die Binnenblase, die Nester gelber Körper in der Peripherie ausgezeichnet. Nach Kleinenberg kann innerhalb einer Zelle bei zusammengesetzten, nämlich bei Hydra, eine so starke funktionelle Differenzirung eintreten, wie sie sonst durch verschiedenartige Zellen oder Gewebe aus Zellen zu Stande zu kommen pflegt. Das schliesst sich daran, dass man die aus dem Plasma abgeschiedenen Theile, wenn sie anhängen, als Theile des Leibes und im weiteren Sinne als funktionirende Gewebe ansehen muss, also eine Cellulosehülle auswendig oder eine Schwammnadel inwendig, oder einen Griffel eines Infusoriums, auch am Ende ein Wimperhaar und einen Kern. Gewebsdifferenzirung in diesem weiteren Sinne wäre demnach nicht abhängig von Gegenwart der Vielzelligkeit, eine einzelne Plastide könnte verschiedene Gewebe vertreten, thäte es sogar eigentlich immer, sobald sie auch nur einen Kern hat. Die Eintheilung hätte also im Kreise der Organismen, in welchen eine Mehrzelligkeit nicht steckt, sehr verschiedene Organisationsstufen zu suchen, und darf diese Verschiedenheit an einer Zelle oder an einem Plasmaleibe als gewichtiger betrachtet werden, als die Vielzelligkeit an sich gegenüber der Einzelligkeit.

Wenn uns so durch etwaige einfache Vermehrung der Zellen zu bleibendem Zusammenhang eine wesentlich höhere Thiergruppe nicht erwächst, vielmehr, wo solche vorkommt, sie sich entweder nur als Vermehrungsmodalität oder Vergesellschaftung, welche von einer Vermehrung zu im Zusammenhang Bleibenden kaum zu sondern ist, wie bei Polythalamien oder bei den Cystophrys von Archer und den Labyrinthuleen Cienkowski's, Amoebengemeinden nach Häckel, oder als Entwicklungsphase darstellt, aus welcher entweder eine höhere Form oder die Homogenität der Substanz wieder hervorgeht, so würde die nächste Stufe erst damit gebildet werden, dass Summen von Zellen oder eigentliche Gewebslagen eine differente Bedeutung zeigen. Da stossen wir auf die oben geschilderte Bildung eines inneren Blattes, im Gegensatz zu einem äusseren, und diese hochwichtige Differenzirung wurde hergestellt auf anscheinend verschiedenen Wegen. Wenn weitere Untersuchungen nicht sichern, dass diese Verschiedenheiten

Digitized by Google

nur scheinbare sind, etwa in der Art, wie wir das oben zu konstruiren versucht haben, dass vielmehr Verdauungshöhlen, wie durch Invagination, so auch durch wirklichen Durchbruch gebildet werden können*), so hätte die Verbindung aller Thiere, welche einen Darm haben, als Metazoa, wenigstens in der Entwicklungsgeschichte, keinen tiefen Grund. Wir sind aber der Meinung, dass jene Modalitäten alle aus der Invagination abzuleiten sind, und können uns deshalb der Aufstellung der Metazoa, Häckel, in diesem Sinne anschliessen.

Auf das Reich der Protisten, als Zwischenreich, sind wir theils schon eingegangen, theils kommen wir darauf im vierten Buche zurück; Häckel selbst scheint mit der Aufstellung der Protozoa als erster Hauptabtheilung des Thierreichs das Zwischenreich als solches preiszugeben. Unter diesen haben die mundtragenden Infusorien, wenn auch keine deutlichen Zelllager, doch die Hohlraumbildung, welche bis zu einem gewissen Grade der Urdarmbildung sich nähert.

So lange es nicht sicher ist, dass die Verdauungshöhle gleichartig entsteht, da ferner eine Hohlraumbildung geschieht ohne deutliche Zellhäufung, Keimhautbildung und Keimblattdifferenzirung, so ist ebensowenig der gemeinschaftliche Ursprung der Metazoa von einer Grundform als die von den Protozoa gesonderte Ableitung erwiesen, also die Gastraeatheorie Häckel's, welche zur Betrachtung der Entwicklungsgeschichte sehr nützlich, doch nicht deren fertig gestellter Abschluss ist. Die einstige Existenz der Gastraeastammmutter ist nur ein metabolischer Ausdruck. Real hat ein Einwand gegen dessen Gebrauch die Bedeutung, dass es noch nicht sicher sei, ob nicht z. B. die Vortizellen geeigneter Weise in eine nähere Verbindung mit höheren Thieren gebracht werden können. Ob aber, wie Häckel sagt, das Ei Jahrtausende selbstständig als einfachster Organismus lebte und sich in der laurentischen Urzeit in den vielzelligen Maulbeerdotter, die Morula, sodann diese, also doch erst in nachlaurentischer Zeit, zur Blastosphaera wandelte und als gewimperte Planula umherschwamm, darüber Behauptungen aufzustellen möchte wohl ebenso überflüssig sein, als Untersuchungen anzustellen unmöglich. Wenn alle diese Sätze mnemotechnische Bedeutung haben, wenn dasjenige, was am Einzelnen geschieht, in der begrifflichen Gegensetzung klarer wird, dadurch, dass nicht nur die von neben einander Lebenden er-

*) In derselben Stunde, in welcher ich diesen Bogen zur Korrektur erhalte, empfange ich Oscar Schmidt's Aufsatz „zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien". Wenngleich hiernach die Verallgemeinerung Metschnikoffs für den Schwund des Ectoderms und Entblössung des Endoderms auf alle Schwämme nicht zulässig erscheint und die Frage über Bildung des Endoderms durch Invagination eine Förderung nicht erfuhr, so wird doch ganz bestimmt die Zweischichtigkeit der wimpernden Larve, die Existenz eines Endoderms um einen geschlossenen Hohlraum, welcher später zum Magen aufbreche, die Gastrulaform Häckel's geleugnet.

Digitized by Google

reichten Phasen verglichen werden, sondern auch Untergegangenes, so wirkt doch diese Umschreibung der Ontogenese in eine Phylogenese mit der Begründung nur darauf, dass wir es uns nicht anders vorstellen können, verwirrend und präjudizirlich. Wenn etwas das Einfachste zu sein scheint, so wird es nach der Lehre der Komposition des Organischen aus dem Anorganischen das Aeltere, die Stammform, genannt. Für die weitere Ableitung ist gar Vieles willkührlich, um so mehr, da in der Entwicklungsgeschichte die häufige Verschiebung des Bedeutungsvolleren an eine andere Stelle die Festigkeit der Gesichtspunkte stört. So ist es z. B. willkürlich zu sagen, die Bandwürmer, Cestoden, welche innere Hohlräume in Form des verästelten, sogenannten Wassergefässsystems besitzen, aber um so sicherer damit nichts der Verdauungshöhle Entsprechendes, weil die Trematoden Beides neben einander zeigen, seien durch stärkere Anpassung an parasitisches Leben aus den Strudelwürmern durch Trematoden in Verkümmerung der Verdauungshöhle hervorgegangen. Wenn sonst das Einfachere das Aeltere ist, warum hier nicht. Warum könnte man nicht ebenso gut sagen, die Bandwürmer seien auf so niedrigem Stande geblieben, dass sie sich nur noch parasitisch halten könnten? Warum sollte man nicht auch dem Echeneibothrium, welches hübsche karminrothe Streifen am Hals hat, statt des jetzigen traurigen Daseins im Haifischdarm eine muntere, ektoparasitische, vagirende Zukunft prophezeien? Man sieht, wie sehr sich diese Fragen im Zustand der Studien befinden und wie wenig ernstlich manche stark betonte Behauptungen genommen werden dürfen. Man muss deshalb den phylogenetischen Ausdruck überall vorsichtig aufnehmen. Die Grundlagen des Systems zunächst an die Entwicklung aus dem Ei anzulehnen, hat deshalb so viel für sich, weil dann ganz von selbst die einfachsten Ausgangspunkte der Betrachtung sich ergeben und man weiter Führung erhält durch das, was der Embryo an Geweben und Organen an sich ausbildet, wie weit er es damit bringt. In diesem Sinne wollen wir die vierzig Klassen von Häckel sammt den übergeordneten Phylen aufführen, indem wir den Inhalt kurz so zu erläutern uns bemühen, wie es uns selbst zweckmässig scheint. Wir wiederholen dabei, dass wir das Dogma, die besondere Ontogenese sei nothwendig die Repetition der Phylogenese, nicht anerkennen und deshalb die Ontogenese nicht als Beweis der Phylogenese annehmen können. Manches, was sonst noch die Schätzung einiger Eintheilungsmotive, welche von Häckel angewandt worden sind, verringert, ist schon erwähnt worden. Nur für das Coelom möchten wir noch betonen, dass seine Gegenwart, sich beziehend auf die Sonderung der Bewegungen der dem Ektoderm und der dem Endoderm zugetheilten Muskellager und damit bedingend neue Einrichtungen für die Ernährung der äusseren Lagen, für die weitere Organisation allerdings sehr bedeutsam sein muss, der Grad seiner Deutlichkeit jedoch nach der Weise der Entstehung und den Zwi

Digitized by Google

schenstufen, welche durch Erhaltung der Verbindungen zwischen Darmwand und Hautschlauch gegeben sind, prinzipiell einen hohen Werth für die Eintheilung nicht hat.

Erstes Unterreich, mit dem einzigen Stamm (Phylon, Typus) der A. Urthiere.

Charakter des Reichs gleich dem des einzigen Phylon:

Ohne Zellkomplexe, ohne Darm, ohne Keimblätter, ohne eigentliche Gewebe.

I Stammast (Hauptklasse): Eithiere: Ovularia, welche nicht über den Zustand der Eizelle oder des durch Schwund des Keimbläschens aus dieser hervorgegangenen Eiplasmakörpers, der Eicytode, Monerula, hinauskommen.

Klasse 1. Moneren, Monera. Permanente Cytoden mit Ernährung, Wachsthum, Empfindung (?), Bewegung: Protamoeba mit stumpfen, Protomyxa, Myxastrum mit feinen Fortsätzen, Bathybius.

Klasse 2. Amoeben, Amoebina. Permanente gekernte Plastiden, Gymnocyta; müssen hiernach Foraminiferen und Radiolarien mit aufnehmen.

Klasse 3. Gregarinen, Gregarinae. Mit Kern und Hülle, Lepocyta; oft nach Theilung im Zusammenhang bleibend, Fortpflanzung durch schiffchenförmige Pseudonavizellen oder nierenähnliche Körper, aus welchen Amöboide frei werden.

II Stammast: Infusionsthiere, Infusoria. Bilden Organe aus, welche über das der Eizelle oder auch dem nur in einen Zellhaufen umgewandelten Dotter Zukommende hinausgehen.

Klasse 4. Sauginfusorien, Acinetae. Mit ständigen, trägen Fortsätzen.

Klasse 5. Wimperinfusorien, Ciliatae. Mit ständigen, leicht beweglichen Wimperhaaren.

Zweites Unterreich: Darmthiere, Metazoa.

Stamm B. Pflanzenthiere, Zoophyta. Bilden einen Hohlraum für die Verdauung und differenziren damit eine äussere und innere Zelllage; Coelenterata Leuckart, wobei aber die Schwämme nicht immer einbegriffen waren.

III Stammast: Schwammthiere, Spongiae. Der Hohlraum kann sich zu Taschen und Kanälen, welche die Oberfläche mit Poren durchsetzen, entwickeln. Ein Zwischenlager, mittleres Blatt, mit besonderen Geweben für Empfindung und Bewegung fehlt. Wenn die Behauptung Eimer's auf Irrthum beruht, ohne Nesselorgane.

Klasse 6. Gastraeaden, Gastraeada. Nur ideal, von Häckel um

Digitized by Google

des Stammbaums Willen aufgestellt. Würden frei schwimmend bleiben, könnten der Wandporen entbehren.

Klasse 7. Schwämme, Porifera. Angeklebt; Poren in der Wand (Prosycum ohne Poren).

IV Stammast: Nesselthiere, Acalephae. Intermediäres Gewebe mit gallertigem oder fibrillärem Bindegewebe und meist mit deutlichen Muskeln. Bei Hydra wäre dieses nach Kleinenberg nur eine Dependenz des Ektoderm, keine besondere Lage. Nesselorgane.

Klasse 8. Korallen, Corallia. Mit Magensack, Mesenterialscheidewänden und dazwischen Magentaschen, sessil, ohne schwimmende medusoide Generation.

Klasse 9. Schirmquallen, Hydromedusae, ohne Magensack, die Verdauungshöhle nicht mit Taschen, aber bei den Schwimmenden Gefässe im Schirm; theils sessil, theils schwimmend, theils beides in Digenese.

Klasse 10. Kammquallen, Ctenophora, mit Magenrohr, aussen 4 oder 8 Reihen von Wimperplatten.

Stamm C. Wurmthiere, Vermes. Verdauungshöhle wie oben, falls sie nicht verkümmert; bilaterale Grundform. Die Sonderung nach Gegenwart des Coelom reisst nahe Verwandte auseinander und ist nicht nützlich. Um des Stammbaums Willen musste das aber durchgeführt werden.

V Stammast: Dichtwürmer, Acoelomi, mit vier sekundären Keimblättern, also mit äusserem und innerem Muskelblatt und darauf beruhender höherer Organisation, aber ohne Leibeshöhle und Gefässsystem.

Klasse 11. Urwürmer, Archelminthes. Nur ideal, als Durchgangspunkt; Ahnen, für den Menschen aufgestellt, um die Symmetrie zu gewinnen. Freikriechend, wimpernd, aus der monaxonen, diplopolen Gastrula stauroxon (kreuzachsig), dipleur geworden.

Klasse 12. Plattwürmer, Plathelminthes. Zunächst als richtige Entwicklung der vorigen die Strudelwürmer Turbellaria rhabdocoela und dendrocoela enthaltend, wodurch die Turbellaria rhynchocoela abgelöst werden; daneben als rückgebildete Parasiten Trematoda und Cestoda; Nerven-Doppelganglion.

VI Stammast: Blutwürmer, Coelomati, mit Leibeshöhle und meist mit Gefässsystem.

Klasse 13. Rundwürmer, Nemathelminthes. Ohne Wimpern, Blutgefässe und Athemorgane. Darunter die Acanthocephali oder Echinorhynchen ohne funktionirenden Darm. Diese und die, wie es scheint, hierher gestellte Sagitta könnten je eine besondere Klasse bilden. Schlundring oder Doppelganglion, die Längsnervenstämme hinten wohl wieder zusammentretend.

Klasse 14. Rüsselwürmer, Rhynchocoela. Blutgefässsystem mit zwei Seitenstämmen; Wimperrinnen; keine Athemorgane; Gliederung durch Wiederholung von Magentaschen und Geschlechtsorganen. Vom Darm geson-

Digitized by Google

derter Rüssel; Doppelganglion, Längsnervenstämme an den Seiten, auch Ganglien.

Klasse 15. Eichelwürmer, Enteropneusta (Gegenbaur: Enteropneusti). Nur mit Balanoglossus. Gestreckt, gewimpert, Rüssel an der Spitze und an der Basis, über dem Munde, mit Oeffnung, dann ein stempelartiger Kragen und der Mund. Der Munddarm kommunizirt durch Spalten mit einer Kiemenkammer, innen flimmernd, mit zwei Reihen Seitenporen geöffnet und von Chitinplatten gestützt; Blutgefässe reich, After hinten.

Klasse 16. Mantelthiere, Tunicata. Kiemen in Form eines Korbes, einer Wand oder eines Bandes. Mantel mit zelluloseartiger Interzellularsubstanz. Eingeweide meist gerollt, Nucleus; Blutgefässe mit Herz; einfaches Hirnganglion. Larven wegen des Schwanzes gewissen Trematodenlarven verglichen, den Cerkarien, aber mit chorda-ähnlichem Strang und später verschwindender Gliederung in Nerven und Muskeln am Schwimmschwanz. Später einfaches Ganglion.

Klasse 17. Moosthiere, Bryozoa. Wimpernde Tentakel auf einem Traglappen dienen der Athmung und Nahrungszufuhr. Eingeweide denen der vorigen ähnlich durch Umkehr des Darms, aber Organe einfacher. Ein Hirnganglion wohl auch mit Schlundring, keine Blutgefässe. Bleibende Büchsen aus chitinigen oder kalkigen Oberhautabscheidungen.

Klasse 18. Räderthiere, Rotatoria. Einstülpbarer Wimperapparat, Rad (bei Apsilus geschwunden) oder Arme, oft beweglich abgegliederter fussartiger Hinterleib, keine Blutgefässe. Zweilappiges Hirnganglion. Kauplatten, abhäutbare Chitindecke.

Klasse 19. Sternwürmer, Gephyrea. Rüssel mit Mund am Ende oder an der Basis; theils mit einigen Borsten bewaffnet; Gliederung sehr undeutlich oder fehlend, Nervenschlundring mit Bauchstrang, meist ohne deutliche Ganglienanschwellungen. Gefässsystem wahrscheinlich mit der Leibeshöhle kommunizirend.

Klasse 20. Ringelwürmer, Annelida. Segmentirter Leib, Schlundring, Bauchganglienkette; Blutgefässsystem bald mit der Leibeshöhle kommunizirend, bald von ihr gesondert, zuweilen mehr lokalisirte Herzanschwellungen. Hier sind also die Blutegel mit unterzubringen; die Uebrigen mit Borsten.

Stamm D. Weichthiere, Mollusca. Verdauungshöhle, Coelom, Herz, Blutgefässsystem meist unvollständig von der Leibeshöhle getrennt. Schlundring, Ganglien an bevorzugten Stellen, meist mindestens hinten noch eine Kommissur. Die Symmetrie der animalen Sphäre oft nicht behauptet wegen übermässiger Ausdehnung der vegetativen.

VII Stammast: Kopflose Acephala.

Klasse 21. Tascheln, Spirobranchia, Palliobranchiata, Brachi-

Digitized by Google

opoda. Symmetrisch mit vorderer (oberer) und hinterer (unterer) Schale, letztere meist grösser, einen Fuss durchlassend oder sonst der Befestigung dienend, neben dem Mund Spiralarme, theils afterlos; Mantel, aber keine Kiemen.

Klasse 22. Muscheln, Lamellibranchia. Weniger oder mehr von der Symmetrie abweichend, Schalen seitlich, gewimperte Mundlappen, Mantel, besondere Kiemenblätter, welche, wenn sie in die Zuleitungsröhre, Sipho, hineinziehen, dem Kiemenkorbe oder Bande der Tunikaten gleichen. Im Uebrigen vielmehr den Folgenden als den Vorausgehenden verwandt.

VIII Stammast: Kopfträger, Cephalophora, Eucephala, Häckel. Fast ausnahmslos mit Zungenreibeplatte: Radula.

Klasse 23. Schnecken, Cochlides. Kopf nur mit Fühlern, Bauchseite mit verschiedenartigen Einrichtungen zum Kriechen oder Schwimmen, meist in Gestalt eines „Fusses".

Klasse 24. Kracken, Cephalopoda. Kopf mit Fangarmen, statt des Fusses ein Apparat zum Leiten ausgestossenen Wassers, Sipho.

Stamm E. Sternthiere, Echinoderma. Etwaige Symmetrie der Larven macht später radiärer Anordnung Platz. Verdauungshöhle und Coelom. Verkalkungen in der Haut, Blutgefässsystem, zuweilen Kiemen, Wassergefässsystem mit irrigirbaren Ambulakralfüsschen und Tentakeln; Schlundring.

IX Stammast: Gliederarmige, Colobrachia.

Klasse 25. Seesterne, Asterida. Flach; Ambulakralfüsse nur auf Radien der oralen Seite; auf der Rückenseite, dem ausgedehnten Antambulacrum, höchstens Kiemen; meist in Arme ausgezogen.

Klasse 26. Seelilien, Crinoidea. Becherförmig, jung oder bleibend aufsitzend, Ambulakralorgane auf den Radien des Kelchs und der Arme auf der oralen Seite. Nur wenige überlebend.

X Stammast: Armlose, Lipobrachia.

Klasse 27. Seeigel, Echinida. Kuglig, eiförmig, herzförmig, selten schildförmig, ohne Arme, Kalkplatten zu einem Skelet verbunden; bewegliche Stacheln, Stäbe, Kalkhaare. In Uebereinstimmung mit der Gesammtgestalt kann sich die bei den regulären bis in die nächste Nähe des Afters unter grösster Beschränkung der antambulakralen Zone gleichmässig fortgesetzte Ausbildung der Ambulakralfüsse für Rücken und Bauch oder für die einzelnen Radien mehr ungleich und antithetisch verhalten.

Klasse 28. Seegurken, Holothuria. Wurmförmig ausgezogen, die Arme ersetzt durch grössere Mundtentakel; Kalkplatten nicht fest verbunden, zuweilen sehr zerstreut, dadurch die Haut lederartig. Durch ähnliche Differenzirung wie bei den vorigen kann eine Bauchseite gebildet werden.

Stamm F. Gliederthiere, Arthropoda. Verdauungshöhle und

Digitized by Google

Coelom. Selten die Symmetrie im Alter, sonst nur an wenig auffallenden Theilen, zum Ineinandergreifen, aufgegeben; Schlundring, Ganglienkette; letztere selten zusammengeschoben; Rumpf und Glieder gegliedert, von letzteren ein Theil Mundwerkzeuge; meist ein Herz. Die Eintheilung nach Athemorganen lässt mangels solcher bei Kleinen im Stich.

XI Stammast: Kiemenkerfe, Carides, Athmen mit äusseren Anhängen, in welchen das Blut sich bewegt.

Klasse 29. Krebsthiere, Crustacea, meist mit zwei Paar Fühlfäden.

XII Stammast: Tracheenkerfe, Tracheata. Athmen mit röhrigen oder sackförmigen Einstülpungen oder abgeschlossenen Röhrensystemen, in welchen die Gase sich bewegen.

Klasse 30. Spinnen, Arachnida. Ohne deutlich gesonderten Kopf und Fühlfäden (das erste Gliedmassenpaar verstehen wir durchaus als Oberkiefer); vier thorakale Fusspaare.

Klasse 31. Tausendfüsse, Myriapoda. Kopf und Fühler; Brust durch die Versorgung auch des Hinterleibs mit Füssen wenig deutlich.

Klasse 32. Insekten, Insecta. Kopf und Fühler; Brust und Hinterleib der Erwachsenen deutlich gesondert, jene mit drei Fusspaaren.

Stamm G. Wirbelthiere, Vertebrata. Verdauungshöhle, Coelom; Symmetrie; Rückenmark; Chorda bleibt erhalten oder wird durch ein knorpliges oder knöchernes gegliedertes Achsenskelet verdrängt und ersetzt. Gefässsystem abgeschlossen mit Herz.

XIII Stammast: Schädellose, Acrania. Kein Schädel, keine Wirbelanlagen; ohne rothe Blutkörper.

Klasse 33. Röhrherzen, Leptocardia. Arterieller Herztheil nicht zentrirt, zahlreiche Kiemenspalten.

XIV Stammast: Unpaarnasen, Monorhinae, Schädel ohne Verlängerung des basalen Knorpels nach vorn, so dass die Nasengrube ungetheilt bleibt; Spuren von Wirbelanlagen.

Klasse 34. Rundmäuler, Cyclostoma. Herz zentrirt, höchstens 7 Kiemenspalten.

XV Stammast: Amnionlose, Anamnia. Paarnasen durch Ausziehung eines basalen Schädelbalkens. Chorda in verschiedenem Grade durch Wirbelanlagen verdrängt. Herz zentrirt, kein Amnios, keine Allantoisentwicklung über die Bauchhöhle hinaus. Keine Oberhautschuppen. Wechselwarm, poikilotherm; wenigstens embryonal Kiemen (vielleicht mit Ausnahme einiger Caeciliodea).

Klasse 35. Fische, Pisces. Kiemenathmung mit höchstens 7 Spalten. Gewöhnlich Hautschuppen von unvollkommener Knochensubstanz. Einige ohne rothe Blutkörperchen (Leptocephaliden).

Digitized by Google

Klasse 36. Lurchfische, Dipneusta. Kiemen, aber auch Lungen mit besonderem Kreislauf. Hautschuppen und Flossen.

Klasse 37. Lurche, Amphibia. Kiemen meist bei Erwachsenen schwindend, Lungen; nur ausnahmsweise (Caeciliodea) sehr kleine Hautschuppen, keine Flossen.

XIV Stammast: Amnionthiere, Amniota, Paarnasen. Stets vollkommen abgegränzte Wirbelkörper; zentrirtes Herz mit verschiedengradiger Sonderung der Vorkammern und Kammern; Amnios und eine über die Bauchhöhle hinaustretende Allantois. Theils poikilotherm, theils gleichmässig warmblütig, homöotherm. Athmen nur mit Lungen, auch embryonal keine Kiemen.

Klasse 38. Schleicher, Reptilia. Oberhautschuppen, selten verkümmert (Trionychiden, Chamaeleoniden, Ascalaboten, Acrochordiden), zuweilen Hautknochenschuppen oder Knochenplatten. Unvollkommene Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufs, dadurch poikilotherm. Ausser dem links entspringenden hauptsächlichen rechten Aortenbogen ein rechts entspringender linker, mindestens für die Art. coeliaca, meist doch wenigstens nachher in Kommunikation mit dem rechten. Legen Eier oder gebären lebend. Zähne oder nicht.

Klasse 39. Vögel, Aves. Federn, an besonderen Stellen Schuppen, Schilder und Hornscheiden. Vollkommene Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufs; homöotherm. Links entspringender Aortenbogen steigt rechts hinab. Legen Eier. Nie Zähne.

Klasse 40. Säuger, Mammalia. Wenigstens embryonal Haare und gewöhnlich Zähne. Vollkommene Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufs; homöotherm. Links entspringender Aortenbogen steigt links hinab. Gebären lebende Junge, säugen sie mit Milchdrüsen.

Auch Agassiz hatte die Fische schon in mehrere Klassen getheilt; den Motiven von Milne Edwards und Owen tragen die Hauptklassen von Häckel Rechenschaft, nicht aber der Zusammenordnung der Vögel und Reptile als Sauropsides nach Huxley.

Die Vortheile der phylogenetischen Grundlagen für das System scheinen uns, Angesichts des Häckel'schen Systems, bis dahin weder bedeutende, noch sehr sichere gewesen zu sein.

Claus*) stellt die gleichen sieben Typen wie Häckel auf, aber in einer anderen Folge, mit etwas anderer Vertheilung des Inhalts und mit nur dreissig Klassen, im Ganzen gewiss nicht weniger gut.

Typus.	Klasse.
I. Protozoa:	1. Rhizopoda.
	2. Infusoria.

*) Nach der zweiten sehr bereicherten Ausgabe seines Lehrbuchs. Von der dritten erschien bis dahin erst eine Lieferung.

Digitized by Google

II.	Coelenterata:	3. Spongiae.
		4. Anthozoa.
		5. Hydromedusae.
		6. Ctenophora.
III.	Echinodermata:	7. Crinoidea.
		8. Asteroidea.
		9. Echinoidea.
		10. Holothurioidea.
IV.	Vermes:	11. Platyelminthes.
		12. Nemathelminthes.
		13. Bryozoa.
		14. Rotatoria.
		15. Gephyrei.
		16. Annelides.
V.	Arthropoda:	17. Crustacea.
		18. Arachnoidea.
		19. Myriapoda.
		20. Hexapoda (Insecta).
VI.	Mollusca:	21. Tunicata.
		22. Brachiopoda.
		23. Lamellibranchiata.
		24. Gastropoda.
		25. Cephalopoda.
VII.	Vertebrata:	26. Pisces.
		27. Amphibia.
		28. Reptilia.
		29. Aves.
		30. Mammalia.

Dabei legt Claus, wie es scheint, keinen grossen Werth darauf, die Bryozoa zu den Vermes, statt zu den Mollusca zu stellen, bei welchen er die Tunicata belässt.

Uns selbst ist es immer dienlich erschienen, die Räderthiere, welche doch mit den Anneliden wenig Beziehung haben, als eine kümmerliche Krustazeengruppe anzusehen; die Bryozoen oder Polyzoen, welche auch von den englischen Autoren, namentlich Huxley, Allman, Ray, Lankester*) als

*) Ray Lankester trennt allerdings die Bryozoen von den Tunikaten, aber er lässt sie bei den Mollusken. „Wenn die Mollusken doch von den Würmern abgeleitet werden, warum sollen dann degradirte Mollusken auf die Fundamentalgruppe zurückgeführt werden.“ Die Vermittlung zwischen dem Fuss der Mollusken und dem Epistom der Süsswasserbryozoen bilde der Fuss oder Mundschild der von Sars gefundenen neuen Form Rhabdopleura. Niedere Organismen seien keineswegs nothwendig Vorfahren, auch nicht nothwendig Amphioxus und Ascidien.

Digitized by Google

Verwandte der Tunikaten angesehen werden, zugleich als einen Schlüssel für Brachiopoden bei den Mollusken oder doch Molluskoiden unter den Malacozoa zu belassen. Ein vorübergehender Larvenstand wird am Ende an sich nicht wichtiger sein, als eine definitive Form, und so dürfte auch die Stellung der Brachiopoda noch nicht endgültig entschieden sein. Der zu früh verstorbene, ausgezeichnete Genfer Zoologe Claparède hat auch die Tunikaten als Mollusken belassen. Niemand kannte vielleicht die Würmer besser als er. Die Begriffe Muscheln, Würmer, Krebse müssen, wenn sie auf dieser Gränze angewendet werden sollen, jeder von so vielem, für einen grossen Haufen Passenden, entkleidet werden, dass man nicht mehr weiss, welchem Ueberrest man den Vorzug geben soll. Am unvortheilhaftesten erscheint es uns, wenn man, statt aus der sauberen Gruppe der Anneliden die Vortheile für die Systematik zu ziehen, welche ihre nahe Verwandtschaft mit den Arthropoda gestatten würde, etwa in Aufstellung der Gruppe der Articulata, diese Klasse mit einer höchst bunten und unzusammenhängenden Masse zu einem Typus der Vermes amalgamirt, welcher dann kein Typus ist. Wenn man den Anneliden die Gephyrei durch die Regenwürmer vermittelt anschliesst, die Rotatorien und Bryozoen, wie oben gemeint, unterbringt, dann könnten vielleicht die übrigen sogenannten Würmer, nach Perty und Claus, als Helminthes zusammenbleiben, während allerdings das von Häckel weiter Aufgenommene wohl eine gewisse Verwandtschaft zu den Mollusken im Nervensystem theilte, aber immer in sich sehr verschieden bliebe. Wir würden selbst lieber die Abtheilung der Mollusken, vorzüglich mit Rücksicht auf das Gemeinsame der Beschränkung der Gliederung, absonderlich im Nervensystem, erweitert sehen, als einen so bunten Typus der Würmer annehmen. Glaubt man wirklich aus der Chorda der Aszidienlarven, dem Kiemenkorbe des Balanoglossus, und Anderem den niedersten Wirbelthierbau konstruiren und deshalb stammgeschichtlich ableiten zu können, so würde das um so eher dazu Anlass geben, die Tunikaten bei den Mollusken zu belassen und nicht zu den Würmern zu stellen. Sind es doch die kopftragenden Mollusken, welche durch Knorpelbildung histologisch, durch das grosse Gehirn und das vollkommene Auge der Cephalopoden und vieles Andere organologisch den Wirbelthieren am nächsten kommen. Die Phylogenese selbst wird jenen Wurmtypus nicht ertragen können. Das Einzelne wird noch bei der Betrachtung der Organisation zu besprechen sein.

Digitized by Google

Die Gränze zwischen Thieren und Pflanzen.

Nach dem Vorausgesagten haben die aus Plastiden verschiedener Beschaffenheit und deren Produkten hergestellten organischen Körper alle die Eigenschaft, sich eine Zeit lang unter gegebenen Umständen zu ernähren, zu wachsen, zum Theil mit Veränderungen, Entwicklungen, und sich fortzupflanzen, in allem Diesen einer Gestaltungsgesetzlichkeit zu folgen, welche man mit einiger Indulgenz als Artbeständigkeit ausdrücken kann.

Das gemeine Leben scheidet diese Körper in Thiere und Pflanzen. Es ist damit nicht gesichert, dass es dienlich sei, auch wissenschaftlich diese Unterscheidung zu machen, und möglich sei, eine hinlänglich feste Charakteristik der beiden Reiche zu geben. Die Gränzen sind keineswegs überall gleich gezogen worden.

Die ältesten Schriftsteller, obwohl ohne Ahnung der Schwierigkeiten, welche sich jener Zweitheilung später entgegenstellten, haben sich doch schon durch mehr Aeusserliches bestimmen lassen, wie zwischen Belebtem und Unbelebtem, so zwischen Pflanzen und Thieren Wesen gemischter Natur aufzustellen. Damit haben sie die analytische Behandlung der Frage eingeleitet und die Begriffstellung wenigstens über das Aeusserlichste erhoben.

Aristoteles sagte: „Die Natur geht Schritt für Schritt von dem Unbeseelten zu den Thieren, so dass Gränze und Zugehörigkeit der Vermittelnden sich uns entzieht. Auf die Unbeseelten folgt als erstes das Reich, *γένος*, der Pflanzen, in sich im verschiedensten Grade das Leben zeigend; im Ganzen zwar im Vergleich mit dem Sonstigen fast wie belebt, mit den Thieren verglichen aber unbeseelt. Von ihnen ist der Uebergang zu den Thieren ein zusammenhängender; es giebt Dinge im Meere, über welche man schwer entscheiden könnte, ob sie eher Thier oder Pflanze seien.“ Dann folgt die Einzeluntersuchung solcher Wesen auf Pflanzenähnlichkeit. Diese wird gefunden in der Unfreiheit für Bewegung durch Angewachsensein, durch Unbeweglichkeit im Orte oder doch Gebundensein an einen bestimmten Platz für das Gedeihen. Dadurch sind zunächst viele Weichthiere in ihrer thierischen Natur abgeschwächt, Steckmuscheln, welche angewachsen sind, Messerscheidemuscheln, welche das Ausziehn aus dem Schlamm nicht ertragen. „So gleicht gegenüber den ortwechselnden Thieren die ganze Gruppe der Schalthiere den Pflanzen.“

Grade diese letzte Aeusserung spricht am bestimmtesten dafür, dass es Aristoteles hierbei weniger darum ging, im Einzelnen Thiere und Pflanzen auszulesen oder Wesen, welche er, wie die Schalthiere, doch mit einem unbestrittenen Platz in der Thiergeschichte führte, wegen solcher Eigenschaften zu den Pflanzen zu setzen, als vielmehr die Eigenschaften zu klassifiziren, die einen als thierische, die anderen als pflanzliche darzustellen.

Digitized by Google

In diesem Sinne handelt es sich nach der Bewegung auch um die Empfindung. „Gefühl zeigt ein Theil von ihnen gar nicht, ein Theil ganz dunkel.“ An dritter Stelle steht die Körpersubstanz, das Gewebe. „Die Körpermasse einiger ist fleischig, so der Tethyen und der Seeanemonen; bei den Schwämmen aber gleicht sie ganz den Pflanzen.“ Zuletzt kommt das Ganze der physiologischen Leistung. „Immer erscheint stufenweise an dem einen nach dem andern mehr Thiereigenschaft, *ζωή*, und Bewegung. Dasselbe gilt für die Verrichtungen des Lebens, *βίος*. Die Arbeit der Pflanzen scheint allein zu sein, sich wieder zu erzeugen, was durch den Samen geschieht *), und so scheinen auch einige Thiere keine Thätigkeit als die der Zeugung zu haben. Diese Verrichtungen sind also Allen gemeinsam. Erst mit der Empfindung kommen die Verschiedenheiten für Paarung, Geburt, Brutpflege hinzu. Ein anderer Theil trifft die Ernährung, denn auf diese Beiden ist alles Trachten und Leben gerichtet.“ So können Thiere, wie Aristoteles es nennt „*ἐπαμφοτερίζοντα* **) *φυτῷ καὶ ζῴῳ*“ auf verschiedene Beweggründe hin sein. Im Besondern hat Aristoteles die Frage erörtert in Beziehung auf Schwämme, welche abgelöst zu Grunde gehen, deren Gewebe ganz wie Pflanzenfaser ist, welche aber doch sich zusammenziehen; auf Seelungen, welche, obwohl sich selbst ablösend ***), doch nicht viel anders seien und Empfindung nicht hätten, und auf Seenesseln, welche, obwohl sie einen Mund hätten, doch pflanzenähnlich seien, weil gewöhnlich angewachsen und ohne Exkremente. Mit Letzterem wird dann ein neues Unterscheidungsmoment gegeben.

Dass auch die Benennung *ζῳόφυτα* bereits aus der Aristotelischen Schule stamme, hat, wie wir schon erwähnten, Leuckart in einer besonderen Schrift de zoophytorum et historia et dignitate systematica, nachgewiesen. Am deutlichsten ist das wohl dem Aristoteles nachgearbeitet bei Themistius im vierten Jahrhundert p. C.; Philoponos sagte 550 p. C.: „Vom Belebten ist das Eine *φυτόν*, das Andere *ζώφυτον*, das Dritte *ζῷον*.“

Plinius, obwohl auch er die Dreitheilung hatte, schien doch noch mehr geneigt, die thierische Natur jener Wesen hervorzuheben, als Aristoteles: „Equidem et his inesse sensum arbitror, quae neque animalium, neque fruticum, sed tertiam quandam ex utroque naturam habent, urticis dico et spongeis. Urticae noctu vagantur, noctuque mutant; carnosae frondis his natura et carne vescuntur, vis pruritu mordax eademque

*) Aristoteles hielt die Pflanzen für eingeschlechtig, das befruchtende Element fehle.

**) Dieses Wort braucht Aristoteles für verschiedene Unentschiedenheiten z. B. auch für amphibisches Luft- und Wasserleben. Es ist das Amphibische im weiteren Sinne.

***) Aristoteles schwächt das dadurch ab, dass auch Pflanzen auf anderen Pflanzen und vom Grunde gelöst leben könnten.

Digitized by Google

quae terrestri urticae, contrahit ergo se quam maxime rigens ac praenatante pisciculo frondem suam spargit conplectensque devorat. Alias marcenti similis et jactari se passa fluctu algae vice contactos piscium attrituque petrae scalpentis pruritum invadit. Eadem noctu pectines et echinos perquirit; cum admoveri sibi manum sentit, colorem mutat et contrahitur; tacta uredinem mittit, paullumque si fuit intervallum absconditur. Ora ei in radice esse traduntur, excrementa per summa tenui fistula reddi.“ So thut Plinius auch bei den Schwämmen nicht allein der Zusammenziehung Erwähnung wie Aristoteles, sondern auch ihrer Verdauungshöhlen, Röhren und Oeffnungen, mit der Meinung, dass die in ihnen gefundenen Muscheln gefressen seien, wie man ja die Seesterne als Muschelräuber schon damals kannte. Dagegen sagt er weiterhin: „Silicea testa inclusis fatendum est nullum esse sensum, ut ostreis. Multis eadem natura, quae fruticum, ut holothuriis, pulmonibus, stellis.“

Es ist nicht am Platze, genauer zu verfolgen, wie mehr und mehr Formen unter die Zoophyten gebracht, wie diese von Linné unter die Würmer gestellt, von Pallas so gereinigt wurden, dass sie als Zusammenfassung baumähnlicher Thierstöcke standen, welche der alten Zoologie eigentlich ganz unbekannt oder doch von ihr gar nicht als Thiere angesehen und erst von den Regeneratoren allmählich beigebracht waren, wie die Empfindung und Bewegung an blumenähnlichen Theilen solcher, namentlich der Korallen, besonders von Peyssonel, nachgewiesen wurde, wie neben den Zoophyta gewisse stark kalkige Thierstöcke 1703 von Luidius den Namen Lithophyta und wie fossile Thierreste den der Zoolitha erhielten.

Es wird genügen, um die Zeit zu charakterisiren, einen Satz anzuführen, welchen um die Mitte des Jahrhunderts Réaumur bei Gelegenheit der Polypen schrieb: „Fontenelle sagte 1708 vom Botaniker Tournefort: „„Er scheint Alles, so viel als möglich, in das, was ihm am liebsten war, zu verwandeln. Sogar aus den gemeinsten Steinen (den Korallen) machte er Pflanzen.““ Jussieu hatte eine ebenso grosse Neigung für die Pflanzen, nur war sie etwas anspruchsloser. Er trug kein Bedenken, dem Thierreich reichen Ersatz auf Unkosten des Pflanzenreichs zu geben. Da er viele pflanzenähnliche Produkte im Meere bemerkt hatte, sah er am Ende aller ihrer Knoten kleine Thierchen, wie die Federbuschpolypen des süssen Wassers herauskommen, und erkannte, dass viele dieser Meerprodukte, welche alle Botaniker für Pflanzen gehalten haben, nichts als Polypengehäuse wären,“ nach Réaumur „Nester von Insekten“.

Pflanzennatur im strengeren Sinne blieb danach am ersten noch für die Schwämme in Frage, aber auch bei diesen für die Aeltern nur wegen der Fasern und der den Pilzen und Holzschwämmen ähnlichen Gestalt; denn, wenngleich die von Einzelnen auch dieser Gruppe zugeschriebenen polypenähnlichen Thierkörper sich nicht bewahrheiteten, so waren doch an

Digitized by Google

ihnen, anknüpfend selbst an Aristoteles, schon im sechszehnten Jahrhundert von Imperato, im Anfang des achtzehnten von Marsigli die Bewegungen, 1765 von Ellis und Solander die Wasserströme so deutlich nachgewiesen worden, dass über die physiologische Leistung kaum ein Zweifel bleiben konnte. Ich habe darüber in meiner geschichtlichen Einleitung zur Kenntniss der Schwämme ausführlich berichtet.

So nahm Linné, welcher anfänglich, dem Ray folgend, die Schwämme und manche andere Thierstöcke den kryptogamen Pflanzen eingereiht hatte, 1767 auch die Schwämme unter die Zoophyten, und hatte nun keinen Grund an der Sicherheit einer Theilung und Abgränzung nach Thierreich und Pflanzenreich zu zweifeln. Die Definition in der dreizehnten, Gmelin'schen, Ausgabe des Systems von 1788 lautet danach:

> Lapides corpora congesta, nec viva, nec sentientia;
> Vegetabilia corpora organisata et viva, non sentientia;
> Animalia corpora organisata et viva et sentientia, sponteque se moventia.

Die Benennung Zoophyten bezeichnete nicht eine Zwischenstufe, sie gab nur eine ziemlich oberflächliche Charakteristik durch den Vergleich.

Zweifel an der Möglichkeit einer scharfen Trennung entstanden, nachdem die Zoophyten als erledigt betrachtet werden durften, von zwei verschiedenen Reihen neuer Erfahrungen aus. Auf der einen Seite gaben die Untersuchungen an Pflanzen unerwartete Aufschlüsse und veränderten die Vorstellungen von der Pflanze sehr. Die Kenntniss ihrer Gewebe, ihrer Entwicklung, ihrer geschlechtlichen Beziehungen wurde erheblich genauer. Letztere dienten Linné als oberstes Mittel der Eintheilung. Saussure, Reichel, Treviranus, Link, Rudolfi fanden die Poren, Spiraltracheen, deren Bau an die Athemröhren der Insekten erinnerte, und einfachen Röhren, studirten deren Bedeutung für Athmung und Saftbewegung; Mirbel fand die Ernährung der Samen; Turpin gab dem von Nissole als für die Befruchtung wichtig erkannten Kanal den Namen Mikropyle; Gärtner und Jussieu beschrieben die Zusammensetzung der Samen aus keimenden und ernährenden Theilen, Germen und Perisperma oder Albumen; für die Kenntniss der letzten Elemente, der Zellen, wurde die Botanik die Führerin der Zoologie. Von besonderer Bedeutung war es, dass damals häufig sich das Ganze der biologischen Wissenschaften noch in denselben Männern vereinigt fand. So waren auch die gröberen eigenen Bewegungen der Pflanzen, das Wachsen zum Licht, die periodische Bewegung der Blättchen von Hedysarum gyrans, die plötzliche derer von Mimosa pudica, der Staubfäden der Nesseln, das Aufspringen der Kapseln von Balsaminen und der Schötchen von Impatiens noli me tangere bei Berührung, schon im vorigen Jahrhundert bekannt. Wie das die Naturphilosophen anwandten, sieht man am Besten aus Oken's Naturphilosophie: „Schon bei der Pflanze kommen in Blüthe

Digitized by Google

und Frucht, der Vollendung und Läuterung niederer Organe durch das Licht, erhöhte Lebensaktionen zur Form der Bewegung, welche von irdischen Momenten frei der Natur des Aethers folgt. Die Pflanze bringt es hier zu ihrer grössten Geistesoperation, zur Reizbarkeit, Staubfadenbewegung zur Narbe hin. Freie Pflanzenbewegung besteht nur in Fortsetzung dieser Ingestionsbewegungen nach Ablösung der Blüthe oder Frucht, die die männlichen Fäden behalten hat. Solche abgelöste, freibewegte Theile haben aber ihre Definition als Pflanze verloren, sie sind Thiere . . . . . Das Thierblässchen ist gewissermaassen eine empfindende (das reicht also über die Reizbarkeit der Pflanze hinaus) Blüthe, Geschlechtsblase, das Thier wächst auf einem Pflanzenleib und enthält vegetative und animale Organe." In diesen Sätzen gehen allerdings die Motive, der Zeit des Aussprechens, 1831, entsprechend, zum Theil über das oben Gesagte hinaus.

Da man gewiss Mimosen und Aehnliche nicht entfernt für Thiere ansah, so handelte es auch bei allem Diesem sich vielmehr um Zweifel an der Möglichkeit der Begriffsstellung, als um solche an der Theilbarkeit der Materie der organischen Welt nach zwei Kategorien. Die letzteren erwuchsen mehr von der anderen Stelle aus, von den Infusorien, an welchen, wie Ehrenberg es ausgedrückt hat, von der ersten Entdeckung an das mystisch Wundervolle, Abenteuerliche und Sonderbare der Formen, die Kleinheit und die physiologischen Eigenthümlichkeiten die Beobachter erregten.

Kurz nach dem Tode von Descartes, als die Gedanken erfüllt waren von der wiederbelebten Lehre des Demokrit von den Atomen, deren Wirbel das Leben darstellen sollte, fand Leeuwenhoek 1675, damals schon im Mikroskopiren erfahren, in einem Topfe stehenden Regenwassers die ersten Infusorien, Animalcula, wahrscheinlich Vorticella convallaria, Stylonychia mytilus, Leucophrys pyriformis, Trichodina grandinella, alle auch jetzt noch als Thiere angesehene Infusoria ciliata.

Dieser Befund erregte ungeheures Aufsehen. Diese Thiere wurden theils als Stützen der Atomistik verwandt, auch von Leibnitz und Wolff in ihre Systeme verwebt, theils als Ursachen der epidemischen Krankheiten, schon 1717 als Motiv für die Schädlichkeit der Sumpfluft von Lancisi, angesehen; theils stärkten sie, in Verbindung mit der Entdeckung der Spermatozoen, die Evolutionstheorie oder wandelten sie in eine pangenetische, dahin, dass Luft und Wasser voll zahlloser kleiner Thiere und Menschen seien. Linné erklärte die Spermatozoen für passiv bewegt, wollte erst von den Infusorien nichts wissen, um sie später enthusiastisch anzuerkennen. 1765 erklärte Otto von Münchhausen alle Pilze, Schimmel und Flechten für Polypenstöcke von Infusorien. 1767 führte Linné in seinem Chaos infusorium Pilze, Schimmel, Fäulniss, Hefe, Samenthierchen, syphilitischen Ansteckungsstoff, Ausschläge, Wechselfieber, Lufttrübung als wirk-

Digitized by Google

liche und vermuthliche Arten auf, jedes Einzelne von einem Vorgänger entnehmend. Ihm, wie O. F. Müller, schwebte dabei die Idee einer stufenweisen Vereinfachung der Organismen, und letzterem auch die Entstehung des Organischen aus Unorganischem vor. Die allmählich vermehrten Formen kamen bald zu den Würmern, bald zu den Zoophyten, bis Ehrenberg 1838 durch die ungemein fleissige und in vielen Beziehungen sehr geschickte Darstellung einen neuen Boden für ihre Behandlung gab, welche allerdings bald Resultate ergab, in den wesentlichsten Punkten von denen jenes Gelehrten sehr abweichend. Nachgewiesen wurde namentlich von ihm die allgemeine Verbreitung in Wasser, Luft, Erde, die ungeheuere Menge, die rasche Vermehrung in Selbsttheilung und Knospenbildung, die Paarung, gemessen die Bewegungsgeschwindigkeit, erfunden die Fütterung. Angenommen wurde sehr vollkommene Organisation, Zweifel wurden erhoben an der Entstehung auf anderem Wege, als durch Vorfahren, der Generatio spontanea oder primitiva. Die deutlichen Darstellungen gewährten auch einen Boden für die spätere Distinktion betreffs der Zugehörigkeit zum Pflanzen- oder Thierreich.

Ehrenberg brachte in die Monadinen unter seinen Infusionsthierchen diejenigen aus sich bewegten mikroskopischen Organismen, welche keine Füsse, keine Haare, Borsten oder andere äussere Anhänge führten, keine gallertige, häutige, harte Hülle oder Panzer besassen, deutlich oder wahrscheinlich einen blasigen Speisebehälter, aber keinen verbindenden Speisekanal enthielten, nie kettenartig gegliedert, höchstens einfach durch Selbsttheilung getheilt, viertheilig oder brombeerförmig, kugelig, eiförmig oder länglich, aber nicht formveränderlich waren. Gestattet war ein einfacher Wimperkranz, ein fadenförmiger oder doppelter Rüssel, Geissel, oder ein schwanzartig nachschleppender Anhang, auch ein verlängerter Hals mit angeblichem Mund an der Spitze. Solche Monaden füllten nach wenigen Stunden bei Fütterung mit Karmin, Indigo, Saftgrün angeblich ihre Magenbläschen; genauer nahmen sie wenigstens Farbepartikelchen auf. Aus den quergetheilten machte er die Vibrionen, aus den längs getheilten die Bacillarien.

Ehrenberg glaubte theils auf die Art der Bewegung, theils auf die vermeintliche Organisation, namentlich nach den Fütterungsergebnissen, alle diese theils geissellosen, theils geisseltragenden niederen Infusorien für Thiere ansehen zu dürfen. Es war ihm nicht unbekannt, dass in den Zellen von Charen, Fuken und anderen Pflanzen sich kleine Körperchen bewegten, auch glaubte er im Inneren der Pflanze Spirogyra princeps seine Monas termo erkannt zu haben, er sah selbst die „Keimkugeln“ aus Saprolegnia molluscorum in „theils hygroskopischen, theils Entwicklungsbewegungen“ auskriechen, und Bewegungen machen, welche man, wenn sie nicht nach sechs Stunden erloschen wären, worauf das Keimen begann, ganz für thierische

Digitized by Google

hätte halten müssen, wie es Unger bei anderen Vaucherien auch beobachtet habe. Allerdings könnten auch wirkliche Monaden in Pflanzenzellen parasitisch vorkommen, gleich wie Anguillulen in den Waizenkörnern stehender Halme.

Die vegetabilischen Monaden sind schon viel früher beobachtet worden. Needham 1745 und Buffon kannten belebte Samen von Algen und schimmelartigen Wasserpflanzen, besonders Vaucherien und Saprolegnien und Needham bemerkte, dass alle Theile der Pflanzen belebte organische Partikelchen hätten. Die Samenfäden in den Antheren der Moose fand 1793 Schmiedel, 1822 Nees van Esenbeck; Unger stellte spiralförmige als eine Infusorienart, Spirillum bryozoon auf; Werneck wies das zurück, aber auch Ehrenberg war noch nicht geneigt, sie für Samenthierchen anzusehen. Die Botanik hat es heute erreicht, dass sowohl chlorophyllhaltige als chlorophylllose, sowohl mit sogenannten Augenpunkten ausgerüstete, als dieser ermangelnde, sowohl mit einer oder zwei Geisseln, als mit vielen versehene infusorische Formen als in die Entwicklungsgeschichte von Pflanzen gehörig mit Sicherheit bezeichnet werden können, wesentlich die kleineren chlorophylllosen als Samenfäden, die grösseren chlorophylllosen oder chlorophyllführenden als Schwärmer. Die ganze Entwicklungsgeschichte der Zygosporeen, Volvox, Chlamydomonas, Pandorina ist jetzt bekannt und noch allgemeiner, als solche eine kurze Zeit für Thiere angesehen worden, werden sie, wie Diatomeen und Desmidiazeen, jetzt zu den Algen gestellt.

Wir müssen, um die Gründe dafür kennen zu lernen, auf diese niederen Pflanzen etwas eingehen. Die Botaniker fassen als Thallophyten diejenigen Pflanzen zusammen, welche weder eigentliche Wurzeln, noch Blätter, sondern nur eine Grundlage, einen θαλλός, Zweig, haben, die Algen und Pilze, von welch letzteren, seit Schwendener's anatomischen Begründungen und deren verschiedenen experimentellen Bestätigungen, die Flechten als eine Abtheilung anzusehen sind. Die Thallophyten steigen von den denkbar niedrigsten Stufen zu vollkommneren Zellformen und Gewebformen auf den verschiedensten Wegen auf, ohne zu der Differenzirung höherer Pflanzen in Hautgewebe, Grundgewebe und Fibrovasalsträngen zu gelangen. Die niedersten Stufen bilden kleine glatthäutige Zellen, ohne deutliche Sonderung von Protoplasma, Chlorophyll u. s. w. Die Vervollkommnung kann sich vollziehen an vereinzelten Zellen, welche kolossal gross werden und ebenso die Gestalt kompliziren als den Inhalt differenziren können, und in Zusammensetzungen. Die einfacheren bringen gewöhnlich einen Theil ihrer Vegetationszeit als freibewegliche, hautlose Primordialzellen zu, auch können sich mit Zellstoff umkleidete und Complexe solcher noch schwimmend bewegen, dann mit Unterbrechungen der Bewegung durch Perioden der Ruhe, dabei des Wachsthums in Zellvermehrung und Massenzunahme. Bei den meisten ist die Fortpflanzung identisch mit der Zellvermehrung, bei höheren ent-

Digitized by Google

stehen erst nach gewöhnlicher Zellvermehrung besondere Fortpflanzungszellen, zum Theil in Verbindung mit deutlichem Generationswechsel, und ein Gegensatz zwischen einem Organismus und seinen Fortpflanzungsorganen und Fortpflanzungsprodukten. Es ist wichtig, darauf die Aufmerksamkeit zu lenken, weil es so mehr vermittelt erscheint, wenn die Erscheinung der Ortsveränderung in einem Falle dem ganzen Organismus, im anderen nur den Fortpflanzungsprodukten oder unter diesen nur den männlichen zukommt.

Fast immer ist das sich von der Mutterzelle abtrennende Fortpflanzungsorgan eine einzelne Zelle. Früher nannte man eine solche immer Spore. Sachs beschränkt das auf den Fall, wenn es sich um einen Befruchtungsakt handelt, sonst nennt er sie eine Brutzelle. Die echten Sporen können dann erstens Zygosporen sein, d. h. je zu zweit, gleichartige oder gleiche, mit einander verschmelzen und aus dieser Verschmelzung die Mutterpflanze oder Brutzellen erzeugen, ohne dass eine Sexualität, eines der beiden Produkte als männliches, das andere als weibliches zu unterscheiden wäre. Solche Konjugation kann geschehen von Formen, welche Geisseln und Augenflecken führen, z. B. von Schwärmern mit zwei Geisseln bei Pandorina, und sich lebhaft umhertreiben, oder, indem ruhig sich aneinanderlegende, nach Durchbrechung der Wände mit ihrem Inhalt zusammentreten, welcher sich dann umhüllt oder abschliesst und keimt. Von der Konjugation giebt es in geringen Verschiedenheiten der Konjungirenden Uebergänge zur Befruchtung unterschiedener Eizellen durch Spermatozoidien. Bei Spirogyra ist nur eine beweglich; grösser werden die Unterschiede bei vielen Algen, Pilzen, Charen und führen bald zu der bestimmten sexuellen Unterscheidung, in welcher sich Produkte bilden, welche wenigstens in der Regel für sich nicht entwicklungsfähig sind und der Vermischung mit einem anders Gestalteten bedürfen. Einmal sind das Oosporen in Oogonien, d. h. weibliche, mit Ausnahme der Askomyceten und Florideen membranlose, Primordialsexualzellen, gross und unbeweglich, dann ihnen unähnliche, sehr bewegliche Spermatozoidien aus den Antheridien entsprungen, sehr klein, durch Cilien beweglich. Die Spermatozoidien erreichen schwimmend die Oosporen und lösen sich in ihnen, worauf sich diese mit Zellhaut umgeben und dadurch abschliessen (man unterscheidet den Zustand vorher als Oosphären), um dann direkt oder nach Ruhe zu keimen, oder nach Ruhe Schwärmzellen zu bilden, welche erst wieder die Mutterpflanze erzeugen. Hier, wie in dem dritten Falle, der Bildung von Sporenfrüchten in Karpogonien, können als thierähnlich bewegte Körper von den Sexualprodukten nur noch die männlichen in Betracht kommen. Auch in diesem dritten Falle kommen neben passiv beweglichen Spermatozoidien und schlauchförmigen Pollinodien noch schwärmende Samenelemente vor, und die Befruchtung kann ebenso gut durch Einschlüpfen des Spermakörpers, als durch Konjugation oder An-

Digitized by Google

einanderlegen träger Elemente mit Diffusion der Plasmakörper geschehen. Die Samenelemente sind bei der zweiten und dritten Weise der Sexualbeziehungen häufig einigen thierischen Spermatozoenformen etwas ähnlich, in stabförmigem Kopf oder Körper, haben aber oft zwei Geisseln, was bei Thieren selten ist, auch mehr Wimpern und sind zuweilen noch, wie in der ersten Gruppe die unentschiedenen Geschlechtszellen, rundliche Monaden mit zwei Geisseln. Diesen würden die Samenfäden mit rundlichen Köpfen bei den Thieren näher kommen. Aber auch für die Samenelemente haben unter den Thallophyten die Florideen Zellen, welche der eignen Bewegung entbehren und nur passiv vom Wasser getragen werden. Ausserdem geben Thallophyten sehr gewöhnlich Brutzellen, welche entweder auf besonderen Trägern oder doch in besonderen Behältern erzeugt zu werden pflegen. Bei den Waldpilzen und der Mehrzahl der Meeresalgen ist das die einzig bekannte Fortpflanzungsweise, während bei den gemeinsten Schimmelpilzen und Algen die Bildung von Brutzellen längst, die geschlechtliche Fortpflanzung erst neuerdings bekannt wurde. Diese Brutzellen schlüpfen sehr gewöhnlich bei Algen, aber auch bei einigen das Wasser oder feuchte Unterlage bewohnenden Pilzen, nackt, hautlos aus, und sind dann frei beweglich vermittelst sehr feiner Cilien, deren meist zwei am Vorderende sitzen, während zuweilen eine vorn und eine seitlich steht, zuweilen nur eine oder ein Kranz vorn sich findet, oder sie endlich die ganze Brutzelle überdecken können, sie im Wasser rotiren machend. Das vorangehende Ende dieser Schwärmzellen, Zoosporen, besser Zoogonidien, ist hyalin, frei von Körnchen und Farbstoff und auch in ihm findet sich für manche Algen seitlich hinter dem hyalinen Theil ein kleines rothes Körperchen, Augenfleck der Autoren. Während des Schwärmens beginnt die Ausscheidung einer Zellstoffhaut, dann setzen sich die Zellen vorn fest, die Cilien verschwinden und jene keimen, wobei das in der Bewegung hintere Ende der freie Vegetationspunkt wird. Sie haben also, wie die Spermatozoidien das Ei fanden, so einen Wurzelpunkt gefunden.

Die schwärmenden Brutzellen und schwärmenden konjungirenden Sexualprodukte können einander täuschend ähnlich sehen. Der ganze Inhalt einer Oospore oder Karpospore kann in Schwärmzellen umgewandelt werden, auch der von Brutzellen; auch können solche in besonderen Thalluszweigen oder in ganz beliebigen vegetativen entstehen. Sachs*) möchte die an ihnen vorkommenden Bewegungseinrichtungen den Flugapparaten von Samen von Phanerogamen vergleichen. Das geht aber nicht an, weil bei aller Wimperbewegung und anderer Plasmabewegung Stoffwechsel in Betracht kommt, die

*) Diesem geschickten Darsteller habe ich in Untersuchung des Ueberganggebietes die botanischen Daten zum grössten Theile entnommen.

Digitized by Google

Bewegung zu einer eigenen, einer sogenannten spontanen, macht, womit die Grundlage zu aller höheren, eigenen Bewegung gegeben ist.

Leicht bewegliche und zum Theil ausserdem formveränderliche Körper treten demnach in zwei verschiedenen Weisen im Leben der Thallophyten auf, als eigentliche Geschlechtsprodukte, welche in Konjugation treten, oder befruchten, oder befruchtet werden, und als Theilablösung ohne den Charakter von Geschlechtsprodukten. Wenn dabei die Befestigung am Platze überhaupt ganz fehlt, in keinem Stadium sich findet, so erscheinen diejenigen Stände, welche weniger oder keine spontane Bewegung zeigen, leicht als die weniger bedeutsamen und der Pflanzencharakter konnte leicht in den Hintergrund treten.

Man hat lange geglaubt, Pilze und Algen dadurch trennen zu können, dass jene kein Chlorophyll, diese immer solches enthielten und hätte dann die Scheidung etwas leichter gehabt. Aber der Chlorophyllmangel ist den Botanikern kein Grund mehr, morphologisch nahe verwandte Formen zu trennen. Unter eigenthümlichen Lebensbedingungen findet er sich auch bei schmarotzenden und Humus bewohnenden Phanerogamen der verschiedensten Familien. So ist nach Vorgang von Cohn die Trennung in Pilze und Algen aufgegeben, und die Eintheilung der Thallophyten mehr darauf begründet worden, ob Sexualorgane gebildet werden, wie dieselben auftreten, wie der Sexualakt vollzogen wird und wie das dadurch Erzeugte beschaffen ist, womit dann sich auch sonst Mancherlei entsprechend verbindet. Fischer fasste Algen und Pilze als parallele Reihen, Sachs nimmt die Pilze als Abzweigungen der verschiedenen Algentypen in jeder Klasse. So bildet Sachs für die ohne sexuelle Fortpflanzung und ohne nähere Verwandtschaft mit sexuellen Formen die erste Klasse: Protophyten, einfachste und kleinste Formen, theils chlorophyllfreie Schizomyceten und Sacharomyces, ächte Schmarotzer oder auf feuchten Oberflächen organischer Körper lebend, oder in Flüssigkeiten, welche organische Stoffe gelöst enthalten, deren Zersetzung in Gährung als Hefepflanzen oder Fäulniss sie bewirken, theils chlorophyllhaltige Palmellaceen und Cyanophyceen, deren Chlorophyll oft mit blauem Farbstoff, Phykocyan gemischt ist. Die Zellen sind sehr klein; wenn Haut und Inhalt unterscheidbar sind, zerfliesst jene leicht in eine weiche Gallerte, in welcher die Zellen zerstreut oder geordnet liegen, zuweilen ist sie nur gequollen, auch geschichtet; der Inhalt ist homogen mit kleinen Körnchen durchstreut. Die Zellen sind theils bei sofortigem Zerfall in der Vermehrung vereinzelt, theils bilden sie Zellreihen, Klumpen, blattähnliche Ausbreitungen, selten mit bestimmter äusserer Gestalt. Die grösste unter den chlorophylllosen sind die Hefezellen; die chlorophyllhaltigen sind grösser; selten sind im Wachsthum Basis und Scheitel zu unterscheiden, selten ist Verzweigung. Nur bei den Palmellaceen treten Schwärmzellen auf, aber viele sind ganz beweglich, schwimmen, indem sie sich schraubig krümmen oder sich in sich

Digitized by Google

biegen, was oft nur scheinbar ist aus Lagenveränderung der gebogenen oder schraubigen Stäbchen. Sexualorgane sind unbekannt; besondere Zellen für ungeschlechtliche Fortpflanzung werden nicht gebildet, nur bei den höchst entwickelten erscheint Wachsthum und Fortpflanzung differenzirt. Es ist wahrscheinlich, dass manche nicht selbstständig sind, sondern nur regenerirende Entwicklungsstadien darstellen. So gehören, wie die Palmellacee Pleurococcus zu der zygosporen Volvocine Chlamydomonas, wahrscheinlich alle Palmellaceen zu höheren Algen. Von den Cyanophyceen kriechen bei den Nostocaceen Fadenstücke aus der Gallerte heraus, machen Bewegungen wie die Oszillatorien, bevor ihre Gliedzellen quer auswachsen, und können anders wo einwandern; die Oszillatorienfäden drehen sich um ihre Achse und verfilzen sich, die Rivularien kriechen aus ihren Zellen aus. Die Schizomyceten, an den genannten Stellen organische Stoffe zersetzend, meist zahllos, lassen wegen ihrer geringen Grösse wenig Charaktere erkennen, sie sind, obwohl viel kleiner, den Oszillatorien und Chrooccaceen ähnlich, Sarcine, oder nur stabförmig, sich quergliedernd, Bakterien. Cohn unterscheidet Kugel-, Stäbchen-, Faden-, Schraubenbakterien und seine Abbildung von Spirillum bei starker Vergrösserung erinnert sehr an eine sehr gestreckte Astasiäe, etwa Euglena, mit zwei terminalen Fäden, selbstredend ohne deren grosse Beweglichkeit und Formveränderlichkeit. Von den Gährungspilzen ist nur Sacharomyces genau bekannt; er hat vereinzelt lebende kleine Zellen mit Vakuolen im Protoplasma, treibt warzige Sprossen, welche sich abschnüren, kann nach Cienkowsky durch Gliederung in hyphenähnliche Formen übergehen, nach Rees auf Kartoffelflächen und dergleichen grösser werden und dann in 1—4 Brutzellen zerfallen. Die Hefezellen können ihren Sauerstoffbedarf nicht durch Zuckerzersetzung decken, sie nützen die kleinsten Mengen freien oder diffundirten Sauerstoffs aus; nach dessen Verbrauch wachsen sie nicht mehr, werden ruhend und sterben ab.

Die zweite Klasse der Thallophyten bilden bei Sachs die Zygosporeen, bei welchen Zeugung, wenn auch einfachster Art, den Fortschritt bezeichnet und den Uebergang zu den sexuellen Formen vermittelt. Für die Vermehrung treten theils Schwärmzellen, theils höher entwickelte Glieder des Thallus, theils besondere Zweige ein. Sie haben theils kein Chlorophyll, Myxomyceten und Zygomyceten, theils doch, Volvocinen und Conjugaten; in jeder Gruppe die erste Ordnung, soweit Kopulation beobachtet, solche an beweglichen Zellen, die zweite an ruhenden Zellen vornehmend. Der Thallus ist, wenn nicht einzellig, Eremoblast, doch aus wesentlich gleichen Zellen gebildet. Zellhaufen können als Coenobium von Zellen entstehen, welche, vorher einzeln beweglich, sich zusammendrängen; in den durch Vereintbleiben aus Theilung entstandener Zellen gebildeten Geweben repräsentirt jedes Glied die ganze Pflanze. Die Klasse enthält sehr verschiedene, wenig vermittelte Formen. Sowohl die Volvocinen als die Conjugaten spielen

Digitized by Google

in Ehrenberg's Infusionsthierchen eine grosse Rolle; der erste genaue Beschreiber der Myxomyceten de Bary hat damals auch diese den Thieren zugetheilt. Wahrscheinlich haben zahlreiche Algen in ihren Schwärmzellen konjungirende Sexualorgane und es kann sein, dass bei nahe verwandten Formen einmal Schwärmzellen sich konjungiren, das anderemal sich parthenogenetisch entwickeln. Die Myxomyceten (Lohblüthe, Aethalium septicum, Dictyostylium, Physarum) schliessen sich an, indem sich die Verschmelzung der ungeheueren Zahl von Myxamöben als Conjugation, die Bildung der Plasmodien und des Fruchtkörpers als Analogon der Zygosporenbildung betrachten lässt, wonach dann ein Zerfall in zahlreiche Sporen wie bei den Dauersporen von Synchitrium eintritt. Die Volvocinen sind seit 1856 durch Cohn genau bekannt. Sie sind vereinzelt oder bilden Coenobien in Schleimhüllen. Jede Zelle trägt zwei Wimpern. Die vereinzelten Chlamydomonas und Chlamydococcus schwärmen wie gewöhnliche Schwärmzellen. Die Schwärme von Pandorina haben ausser zwei Geisseln einen rothen Fleck, sie konjungiren. Pandorina, Volvox, Stephanosphaera, Gonium Ehrenberg's gehören hierher. Die, obwohl bei ihnen Conjugation noch nicht beobachtet, hierher gestellten Hydrodiktyeen mit schwärmenden Gonidien stehen noch den Protophyten näher. Bei den Conjugaten ist die eigentliche Vegetationsperiode wie bei den Volvocinen beweglich, wenn auch minder, da sie, etwa mit Ausnahme von amöbenartiger Brut einiger Myxomyceten, keine Wimpern oder Geisseln und auch nicht die für Diatomeen zuweilen behaupteten Wimpersäume haben. Die Conjugation wird von gewöhnlichen vegetativen Zellen ausgeführt; Schwärmzellen fehlen. Die Zygosporen haben eine wesentlich verschiedene Form und keimen erst nach einer Pause. Die Desmidiazeen haben wahres Chlorophyll, dasselbe ist aber bei den Diatomeen durch das bräunliche oder gelbliche Diatomin oder Phykoxanthin ersetzt. Die Diatomeen sind deshalb mehr den Thieren zugetheilt worden, aber von Ehrenberg auch die Desmidiazeen. Jene, für welche nach Pfitzer der Name der Bacillarien die Priorität hat, haben mit dem ungeheueren Reichthum der scharf gezeichneten, zur mikroskopischen feinsten Untersuchung reizende Objekte darbietenden, lebenden und fossilen Formen von Leeuwenhoek an die Beobachter sehr beschäftigt. Obwohl sie von den Desmidiazeen, wie durch den besondern Farbstoff, auch durch zweihälftige Kieselschalen sich unterscheiden, sind sie ihnen doch durch Art der Bewegung und Fortpflanzung innig verwandt. Die zwei Hälften der verkieselten Zellhaut repräsentiren Generationen ungleichen Alters, in der Theilung entstehen immer kleinere Schalklappen, bis die letzteren endlich verlassen werden und durch Konjugation der Plasmamassen oder einfaches Wachsthum, als anders gestaltete Generation, grössere Auxosporen sich bilden. Die Protoplasmaströmungen im Inneren sind namentlich durch tanzende Körnchen an den Polen der Klosterinen unter den Desmidiazeen wahrzunehmen, bei

Digitized by Google

den Diatomeen sah Schultze an der Schalnaht einen Streifen Protoplasma wie einen Fuss zum Gleiten benutzen. Der schneckenartige Fuss aus einer Zentralpore nach Ehrenberg, die Cilien an beiden Enden nach Hogg werden nicht anerkannt. Die geringe Grösse, der spindelförmige Bau vieler Arten, der Navicularien, die Poren an den Enden und der Spalt der Schale setzen besonders in den Stand, leichten Wechselwirkungen zwischen dem Plasma dieser Organismen und der umgebenden Flüssigkeit durch Ortsveränderungen Ausdruck zu geben.

Die weiteren Klassen der Thallophyten bieten nun keine Formen mehr, welche im Ganzen als bewegliche Infusorien auftreten, sondern schieben solche nur noch als männliche Geschlechtsprodukte oder als Schwärmzellen Zoogonidien ein, aber wegen solcher und auch um für die Conjugation der vorigen in den Pflanzen die Bindeglieder zu gewinnen, ist es nöthig, sie gleichfalls kurz in's Auge zu fassen.

Die dritte Klasse sind die Oosporeen, chlorophylllos in den Saprolegnien und Peronosporeen, chlorophyllhaltig in den Sphäropleen, Vaucherien, Oedogoniaceen und Fukaceen. Die Befruchtung kann durch Conjugation des Antheridium mit dem Oogonium, kann aber auch durch bewegliche Spermatozoidien, meist mit zwei terminalen Fäden an der stets ruhenden Oosphäre geschehen. Die Saprolegnien, welche häufig todte Insekten bedecken und in Schlauchform den Gregarinen ähneln, stossen Zoogonidien in grosser Menge aus, welche wieder zwei Geisseln zu haben pflegen und, zur Ruhe gekommen, neue Pflanzen erzeugen, in deren kuglige Oogonien die Antheridien zur Conjugation einwachsen, um nach Resorption der Wandung die Spermatozoiden zu übergeben. Auch die Peronosporeen, in den Geweben dikotyler Pflanzen schmarotzend, bilden erst zweigeisselige Gonidien oder Konidien (von *κονία* Staub, bei den Pilzen), welche meist auf Stielen aus den Spalten oder durch die Wand der Nährpflanze vorgebracht werden und in der Nährpflanze frisch keimen. Von Empusa sind die Sexualorgane noch unbekannt. Bei den Oedogonien haben Schwärmsporen und kleinere Spermatozoidien einen Cilienkranz; letztere kriechen durch einen Kanal in's Oogonium. Auch bei für ihre Fortpflanzung unbekannten Conferven, Cladophora u. a. giebt es grössere und kleinere Schwärmzellen. Die Spermatozoidien der Fukoide haben ebenfalls zwei Geisseln und einen rothen Punkt, sie setzen durch energische Bewegung die von ihnen umspülte Eikugel eine halbe Stunde lang in rotirende Bewegung.

Die vierte Klasse der Karposporeen enthält als chlorophylllose Formen die echten Pilze, Askomyceten, einschliesslich der Flechten, Aecidiomyceten und Basidiomyceten, als chlorophyllführende die Koleochäten, Florideen und Characeen. Bei den Koleochäten sind die Spermatozoidien den Schwärmsporen sehr ähnlich, rundlich, eiförmig, mit langer Doppelgeissel, bei den Florideen fehlt letztere und damit die eigene Bewegung sowohl den Gonidien

Digitized by Google

als den Spermatozoidien. Die Charen bilden in einem Antheridium etwa 20,000—40,000 Spermatozoidien, von Gestalt einer Peitsche mit Stiel und doppelter Geissel, welche schon in der Zelle rotiren. Bei den echten Pilzen werden die Schwärmzellen der Algen und Tetragonidien der Florideen durch Konidien, die beweglichen Spermatozoidien ersetzt durch das Pollinodium, welches sich, wie der Pollenschlauch der Phanerogamen an den Embryosack, so an das Karpogon anlegt und durch Diffusion seinen Inhalt überträgt. Sie bilden keine Stärke, während doch die chlorophyllfreien Phanerogamen solche haben.

Auch bei den Lebermoosen und Laubmoosen sind die Spermatozoidien dünne, ein- bis dreimal schraubig gewundene nach vorn verjüngte Stäbchen oder Fäden, am Vorderende mit zwei langen feinen Geisseln, rotiren und schwimmen, während bei den Gefässkryptogamen dieselben auch schraubig gewunden, aber grösser, plump und mit meist zahlreichen Wimpern an den vorderen Windungen versehen sind.

Bevor wir aus diesem Allen weiter schliessen, müssen wir die Bewegungserscheinungen betrachten, welche an höheren Pflanzen wahrgenommen waren, und auf welche wir oben hingewiesen haben. Wachsthum ist ohne Bewegung des Wachsenden, Verschiebung im Raume nicht möglich, da es sich beim Wachsen des Organischen nicht um Apposition sondern um Intussusception handelt. Beim Wachsen des Anorganischen kann die Bewegung allein das Zuwachsende treffen. Der Vergleich des Organischen und Anorganischen ist deshalb hier besonders nützlich, weil die Ortsveränderungen sehr kleiner Organismen im letzten Prinzipe geradezu zurückgeführt werden können auf Attraktion. Ihre Substanz, indem sie, in Wechselwirkung mit Stoffen in der sie umgebenden Flüssigkeit, Bewegung, einen Flüssigkeitsstrom, veranlasst, folgt selbst diesem oder geht ihm vielmehr entgegen. In der Mehrzahl der Fälle ist bei Pflanzen die freie Bewegung im Raume für das Ganze ausgeschlossen, weil die Energie nicht gross genug ist, um die Masse zu überwinden, auch meistens die Besonderheiten der Umgebung und der Verbindung mit derselben, das Ankleben und das Wurzeln in der Erde, diese Bewegung unmöglich machen. Darum finden doch während des Wachsthums Bewegungen an den Theilen statt, Turgescenz, Verlagerung u. s. w. Die Mehrzahl der während des Wachsthums hervorgerufenen Bewegungen wirkt auf das Wachsthum selbst und führt zu bleibenden Zuständen, sich damit erschöpfend, bedingt also die spätere starre Form; wenn eine Bewegung erzeugende Einwirkung rasch vorübergeht, kann sie solcher bleibenden Folgen entbehren, durch das Wachsthum im Uebrigen verwischt werden, sie war dann Bewegung ohne Beziehung zum Wachsthum. Es ist nöthig daran zu denken, dass die hier unter Einwirkung der äusseren Agentien, Wärme, Licht, Schwere, der Nährstoffe, besonders des Wassers, in Pflanzen stattfindenden Bewegungen

Digitized by Google

durch die Organisation der Pflanzen zum Theil den Bewegungen in der anorganischen Natur näher oder in diesen stehen, das Aufsteigen in den Gefässen u. dgl., zum Theil bestimmter mit den organisatorischen Vorgängen und den Umsätzen in der organischen Substanz sich verbinden, auf ihnen beruhen, aber es würde unmöglich sein, eine scharfe Gränze zwischen mechanischen und organischen Bewegungen zu ziehen. Von hier aus wird dieses sich auch für die höheren Bewegungen an Organismen geltend machen müssen.

Es giebt weiter an höhern Pflanzen periodisch und auf bekannte Reize eintretende Bewegungen, welche im Gegentheil erst ihre volle Energie erlangen nach Vollendung des Wachsthums und die fertige Organisation verlangen, in dieser durch Wechsel der Zustände ermöglicht. Sie beruhen auf Aenderung der Gewebespannung und sind Stellungswechsel. Alle periodisch beweglichen und reizbaren Theile sind morphologisch Blattgebilde, echte grüne Laubblätter, Blumenblätter, Staubgefässe, Theile von Karpellen, aber meist sind sie durch die Gestalt für Krümmungen geeignet, dem Stielrunden nahe. Es umhüllt an ihnen in der Regel eine sehr saftige Parenchymmasse einen einzigen axilen oder wenige Fibrovasalstränge, welche nicht stark verholzen und biegsam bleiben. Die Bewegung entsteht theils ohne bemerklichen äusseren Anlass, so bei Hedysarum (Desmodium) gyrans. An den dreiblätterigen kleeähnlichen Blättern heben sich die kleineren Seitenblätter bei kräftigen Pflanzen beständig wechselnd in ruckweiser Bewegung, in Indien angeblich alle Sekunden, bei uns alle Minuten, Tag und Nacht. Gewöhnlicher erfolgen Bewegungen unter Schwankungen der Lichteinwirkung, bei Leguminosen, Oxalideen, oder auf Berührung, bei Oxalideen, Robinien, Akazien, Mimosen, am stärksten bei Oxalis sensitiva und Mimosa pudica, bei welcher bei Berührung der Hauptblattstiel sich senkt und die Fiederblättchen zusammenklappen, den Staubfäden von Berberis und Mahonia, den zu einem Rohr verbundenen der Cynareen und Cichoriaceen, deren Staubfadenrohr bei Berührung durch Insekten hin- und herwiegt und sich hinabzieht, so dass Pollen nach Oben entleert wird und an den Insekten hangen bleibt, den Narbenlappen von Mimulus, Martyria, Goldfussia oder den Griffelsäulchen von Stylidium. In den Jahren 1837—1839 wurden die älteren bekannten Thatsachen in dieser Beziehung von Dutrochet, Morren Meyer sehr vermehrt, unter anderen 1866 die Mimosen von Bert untersucht. Die Reizbarkeit der Mimosenblätter tritt erst bei + 15° C., die Schwingung der Blätter von Hedysarum erst bei + 22° C. ein; 52° C. bewirken bei jenen Tod. Kälte, Wärme, Dunkelheit, Elektrizität, Ueberreizung, chemische Einflüsse, Trockenheit, Chloroform können Bewegungsstarre erzeugen. Die Bewegung kommt zu Stande durch antagonistische Wirkung turgeszirenden Parenchyms gegen den elastischen Fibrovasalstrang. Die Zellen in den beiden antagonistischen Hälften der Bewegungszone wer-

Digitized by Google

den von Licht und Wärme entgegengesetzt beeinflusst. Pfeffer wies 1873 nach, dass aus den gereizten Zellen Wasser austritt. Die vorher aufgetriebenen Zellhäute ziehen sich dann zusammen, während sich die der anderen Seite ausdehnen. Die Bewegungen der Crocusblüthen werden besonders durch den Gang der Temperatur bestimmt, die abendlichen Schliessbewegungen von Nymphaea, Taraxacum durch Temperatursteigerung nicht aufgehalten. Von den Blattlappen von Dionea, den Blättern von Aldrovanda, den Blattborsten von Drosera, den Magen ähnlichen Einrichtungen von Utricularia, bei welchen angeblich die Bewegungen einen Nutzen für Aufnahme stickstoffhaltiger Nahrung bringen sollen, haben wir oben geredet. Da Verdunkelung für das Einnehmen von Stellungen einem mechanischen Reiz gleich wirkt, so besteht ein Gegensatz des pflanzlichen Assimilationsprozesses im Lichte gegen die Bewegung, des Lichtes gegen den Bewegung erzeugenden Reiz, welcher allerdings wegen der verwickelten Umstände nicht immer leicht herauszustellen ist.

Diese Beobachtungen an phanerogamen Pflanzen und an höheren Kryptogamen haben nur dazu gedient, der Bewegung den Werth eines Kriteriums zwischen Thieren und Pflanzen zu nehmen, die der niederen Thallophyten aber haben nicht selten als Beweis thierischer Natur dienen müssen.

Unger, Kützing, Harting hielten die Trennung von Thieren und Pflanzen für künstlich, Siebold für natürlich, Rabenhorst änderte seine Auffassung dreimal hin und her; bei den Diatomeen kämpften Ehrenberg, Meneghini, Focke, Eckhart, Bailey für die Thiernatur; Kützing, Unger, v. Siebold, Naegeli, Bronn, Rabenhorst, Cohn, Meyer, Thuret dagegen; Owen nahm eine Zwischenstellung ein, Häckel machte sein Reich der Protisten.

Wenn einerseits Bewegung in so grosser Ausdehnung im Pflanzenreich vorkommt und dabei in ähnlicher Weise wie bei Thieren Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure produzirt wird, Selbstbewegung also nicht als eine die Thiere auszeichnende Eigenschaft angesehen werden darf, so sind andererseits ebensowohl Eigenschaften, welche man ganz und gar den Pflanzen allein zuschreiben wollte, dieser kritischen Bedeutung verlustig geworden. Einmal die Gegenwart der Cellulose. Dieser allerdings im Pflanzenreich in Auflagerung auf den Zellkörper sehr stark vertretene und für Pflanzennatur sehr wichtige Stoff fehlt den beweglichen Aussendlingen der Thallophyten; dagegen wiesen ihn C. Schmidt und Löwig im Mantel der Aszidien nach. Aus den Mänteln einer grossen Zahl Individuen von Salpa africana, welche ich in Mentone zu diesem Zwecke sammelte, hat Carius ebenso diesen Stoff dargestellt, in sehr geeigneter Form, um zur Demonstration der Zuckerumwandlung zu dienen. Stein wiess die Cellulose auch in Kapseln encystirter Wimperinfusorien, Glaukomen und Kolpoden, nach. Im Allgemeinen sind allerdings solche Beweise bei der Unbestimmtheit der

Digitized by Google

chemischen Zusammensetzung nicht ganz schlagend. Es steht neben der Cellulose eine Reihe ähnlicher widerstandsfähiger aber Stickstoff enthaltender thierischer Zell-Ausscheidungsprodukte, Chitin, Fibroin, Serolin, Conchyolin, und es wird kaum mit Bestimmtheit gesagt werden können, der Stickstoff, welcher ein Cellulosepräparat aus einer Tunikate verunreinigte, habe durchaus nicht der Interzellularsubstanz des Mantels selbst angehört.

Wenn die Gegenwart der Cellulose für den Aufbau der Pflanzen durch die gewöhnliche starre Verbindung der Elemente mit Beschränkung der Bewegung auf den Inhalt in einzelnen Zellen oder in den Gefässen, ohne äussere Formveränderung und Ortswechsel, sowie durch Beschränkung der Gemeinschaft des Lebens der einzelnen Plastiden wegen Verlangsamung und Behinderung des Austausches durch die soliden Wandauflagerungen, somit im Ganzen durch Betonung der Individualität der Plastiden im Allgemeinen äusserst wichtig und charakteristisch ist, so ist es das Chlorophyll nicht minder, als der Assimilator, oder doch der Körper, welcher das Protoplasma in den Stand setzt, gasförmige Körper in fester oder flüssiger Form zu sammeln. Dass das Chlorophyll vielen Pflanzen fehlt, sahen wir oben; aber der grüne Farbstoff von Hydra unter den Coelenteraten, Bonellia unter den Gephyrei, Vortex, unter den rhabdocölen Strudelwürmern, und der gewisser Heliozoen und von Stentor unter den Wimperinfusorien soll ebenso gutes Chlorophyll sein. Wir können vielleicht Grund finden, die gewimperten Infusorien und die Heliozoen aus den Thieren zu streichen, aber Hydra, Bonellia, Vortex und die Tunikaten nicht. Gestatten also jene Untersuchungen definitiv zu sagen, der Stoff aus dem Mantel der Aszidien und Salpen sei Cellulose, der grüne Farbstoff in Hydra sei Chlorophyll, und zwar selbst gebildetes*), nicht etwa blos aus der Beute, Euglenen u. dgl., übernommenes, er sei arbeitendes Chlorophyll, so sind die beiden grössten Merkmale, welche aus chemischer Konstitution der Zellabscheidung und des Zellinhalts als Kriterien zwischen Thieren und Pflanzen angesehen worden sind, mindestens nicht scharf.

Dass das Stärkmehl den Pilzen fehlt, hörten wir schon; dass die Astasiäen unter den Flagellateninfusorien und die Radiolarien stärkmehlähnliche Körper bilden, kann immer als ein Grund mehr angesehn werden, auch diejenigen, deren Zutheilung man nicht genau kennt, deren Verhältnisse aber mehr oder weniger pflanzenartig sind, den Pflanzen zuzutheilen. Wenn so vielleicht eigentliche Stärkmehlkörner den sichern Thieren fehlen, sind doch amyloide Substanzen, namentlich in pathologischen Prozessen an

*) Dass in zahlreichen Infusoria ciliata Chlorophyll zuweilen vorkommt, Paramecien, Bursarien, Euplotes, Coturnia und anderen, spricht vielmehr dafür, dass dasselbe überall aus den genossenen Pflanzen entnommen sei. Bei Fütterung mit Daphnienkrebsen werden Hydren roth statt grün.

Digitized by Google

Thieren gemein. Aus Anhäufung anderer Körper in den Zellen, z. B. der Fette und Oele, kann noch weniger ein kritisches Zeichen entnommen werden.

Die Ergebnisse des Vergleichs lassen sich in Folgendem zusammenfassen. Der Begriff Pflanze ist gebildet zuerst nach Organismen, welche im Allgemeinen eine grosse Zahl von Plastiden in sich zu einer Gemeinschaft verbinden, ohne dass in dieser Gemeinschaft besondere Plastiden die Funktion der Bewegung und andere die der Empfindung hätten, in welcher aber die einzelnen Plastiden in sich bewegliches Protoplasma wenigstens eine Zeit lang haben. Die Plastiden umgeben sich in der Regel mit einer Cellulosehaut, verlieren dadurch die Formveränderlichkeit fast ganz und erhalten eine auch chemisch mehr abgeschlossene Individualität. Sie bilden meist unter dem Einfluss des Lichts Chlorophyll aus und haben von diesem Augenblicke an Lebenserscheinungen nach entgegengesetzten Richtungen hin; einmal wandeln sie durch das Chlorophyll gasförmige anorganische Körper, unter Mitaufnahme flüssiger, in organische, flüssige und feste Substanz um, während auf der anderen Seite das Leben des Protoplasma, welches sich selbst verbraucht und sich nur bei Gegenwart vorgebildeter organischer Substanz zu ergänzen scheint, auch in ihnen fortdauert. Unter den Pflanzen giebt es aber, durch sonstige Eigenschaften sich eng anschliessend, solche, welche kein Chlorophyll bilden, also auch nicht mit solchem arbeiten und deshalb nur organische Substanz verbrauchen können; es giebt ferner abgelöste Theile oder Zustände, deren Wesen mit sich bringt, dass sie keine Cellulose ausscheiden, welche deshalb die Protoplasmabewegungen an sich am stärksten zur Entfaltung bringen, und in welchen, wenn sie dabei Chlorophyll haben, der Verbrauch durch das in seinen Bewegungen und Wechselwirkungen nicht beschränkte Protoplasma wenigstens ein ausser Verhältniss grosser ist, in welchen endlich, wenn sie Chlorophyll nicht haben, nur verbraucht, nicht organische Substanz gebildet wird. Diesen letzteren reihen sich die Thiere an, die Vollkommneren mit Herstellung besonderer Einrichtungen, welche gestatten, den starken Verbrauch durch Aufnahme an anderer Stelle vorbereiteter organischer Substanz zu decken. Da die Annahme nicht viel für sich hat, dass bei den vereinzelten Formen Hydra, Vortex, Bonellia Chlorophyll als arbeitende Substanz stehe, so ist die aus seiner Anwesenheit bei Thieren resultirende Störung der Unterscheidung nicht hoch anzuschlagen. Wir dürfen die Thiere den chlorophylllosen, nur verbrauchenden Pflanzen oder Pflanzenstadien oder Pflanzentheilen anreihen. Wenn wirklich der Tunikatenmantel chemisch genau Cellulose als Zwischensubstanz besitzt, so ist doch dieser cellulosehaltige Körpertheil begleitet von einer so hohen Organisation und dem Mangel der Cellulose in den meisten und vorzüglichsten Geweben, dass auch durch die Gegenwart dieser Substanz eine Schwierigkeit für die Eintheilung nicht erwächst; wir können

Digitized by Google

die Thiere als Organismen bezeichnen, in deren Organisation die Cellulose nicht beschränkend, die den Stoffwechsel leitenden Plastiden abgränzend, eintritt. Es lehnen sich also die Thiere auch den der Cellulose entbehrenden Pflanzen oder Pflanzenstadien oder Pflanzentheilen an, also in Summa denen, welche sowohl des Chlorophylls als der Cellulose entbehren.

Wenn wir von dem Grundsatze ausgehen, dass die Eintheilung durch die Lücken in den Eigenschaftsreihen bedingt werde, so müssen wir, wenn wir den Ausgangspunkt für den Begriff Pflanze von den Phanerogamen nehmen, das Pflanzenreich soweit rechnen, als wir kontinuirliche Reihen finden, als wir nicht Eigenschaften begegnen, welche nicht entweder selbst schon vorher vertreten waren, oder welche doch durch die Vergese'lschaftung mit andern in eine solche Reihe ohne Sprung sich einführen.

Es lassen sich die zu Geweben vereinigten, mit Cellulose umhüllten trägen Plastiden leicht verbinden mit den nackten, welche zum Theil aus jenen austreten, hervorgehen, und die zu Geweben verbundenen mit den vereinzelten; von diesen die mit wenig auffälliger Bewegung mit den amöboiden; diese mit den gewimperten oder geisseltragenden, deren Bewegungsorgane ja nur aus dem amöboiden Protoplasma sich ausstrecken. Es verbände sich das Alles schon leicht in eine Reihe, wenn es nur neben einander sich fände, wenn auch nicht die einen aus den anderen hervorgingen; es thut es um so mehr, weil wir in das Leben derselben Pflanze das Verschiedene eingeschoben finden können. Es scheint aber nothwendig daraus hervorzugehn, dass amöboide Bewegung oder Geisseln oder Wimpern, selbstredend auch die sogenannten Augenpunkte, überhaupt eine Ausscheidung aus dem Pflanzenreiche nicht bedingen sollten. Der Grad der Bewegung kann dabei nicht entscheiden.

Da hiermit die Frage dahin kommt, ob gewisse bisher sehr gewöhnlich, zum Theil immer, zu den Thieren gestellte Organismen auf gute Gründe daselbst stehen, nämlich Rhizopoden, Heliozoen, Radiolarien, Gregarinen, Wimperinfusorien, also der ganze Typus der Protozoen, soweit er nicht schon ausgeschieden ist, so müssen wir zunächst fragen, ob, wenn der Grad der Bewegung nicht entscheidet, doch vielleicht eine besondere Art der Bewegung an Thieren zu erkennen sei, und dann, wie weit etwa Gründe für eine andere Ziehung der Gränze sich ergeben, namentlich, wenn wir von der Seite anerkannter Thiere aus auf eine Lücke zu kommen versuchen, dies im Besonderen für die Bewegung noch wegen der Mittel, mit welchen sie hergestellt wird.

Was Bewegung überhaupt betrifft, so wird dieselbe zumeist erschlossen aus dem Wechsel in der Gesichtsempfindung, also an Körpern, welche sich von ihrer Umgebung optisch unterscheiden, sichtbar sind.

Das vorzüglich aus den Sehwinkeln, welche die Lage von Gegenständen zu einander bestimmen, damit auch die eigener Theile und die Gränzen

Digitized by Google

der Gegenstände und so die Grösse und Gestalt, stets in Relation, nur scheinbar absolut, wenn die Relationen in uns selbst, dem Auge, der Kopfhaltung u. s. w., nicht in anderen äusseren Gegenständen, gegeben sind. Auch die wechselnde Intensität des Gesichtseindrucks kann auf Bewegung schliessen machen; wir sind zwar wenig gewöhnt, über räumlich unbegränzt Erscheinendes zu schliessen, aber wir werden doch bei Nebel aus der Zunahme des Lichts Bewegung zu erschliessen nicht zaudern. Die anderen Sinne gewähren Hülfsmittel zur Erkennung von Bewegung, wenn sie zugleich mit dem Gesichtssinn oder wenn sie allein getroffen werden, falls sich dann damit die Erfahrung aus solchen Fällen verbindet, in welchen sie mit dem Gesichtssinn zusammen getroffen wurden. Die durch sie gewonnenen Vorstellungen sind im Allgemeinen viel weniger scharf und es laufen leichter Täuschungen unter. Ein dem Sehwinkel Vergleichbares kann dabei zur Geltung kommen, wenn daraus, dass nach einander verschiedene Hautstellen dieselbe Gefühlsempfindung erleiden, eine Bewegung eines Gegenstandes über unsere Haut, oder daraus, dass ein Geräusch nur bei einer bestimmten Drehung des Kopfes gleichmässig vorangehört wird, sonst aber ungleichmässig, die Bewegung des tönenden Körpers um uns erschlossen wird. Die Intensitäten kommen hier gewöhnlicher zur Geltung; ich schliesse aus dem verhallenden Geräusch der rollenden Räder, dass der Wagen sich entfernt. Man erkennt hiernach leicht, dass möglicher Weise zahlreiche Bewegungen geschehen, ohne dass wir sie mit irgend einem Sinne wahrzunehmen im Stande sind.

Ortsveränderung im Raume und Gestaltsveränderung oder selbst Veränderung der Lage der Theilchen in einem Körper ohne Gestaltsveränderung fallen dabei in so weit für die Betrachtung zusammen, als man die Gränzen für einen zu betrachtenden Körper gegenüber der Umgebung beliebig setzen und darauf diese verschiedenen Fälle in einander überführen, die Veränderung in der Lage als etwas Innerliches oder Aeusserliches betrachten kann. Es ist einerlei, ob wir Ortsveränderung oder Theilchenlagerung zum Gegenstand der Untersuchung machen. Damit stellt sich bis zu dem Punkte, dass wir an die besondere Untersuchung dessen gehn, was in einem bestimmten begränzten Körper geschieht, eine Unterscheidung von Bewegungen, welche von Aussen auf einen Körper übertragen werden und von solchen, welche geschehen, ohne dass wir eine von Aussen einwirkende Bewegung oder eine in solche umzusetzende Kraft sonst nachweisen können, als unbedeutend heraus. Da jeder organische Körper sein Bestehen nur durch die Wechselwirkung mit der Umgebung findet und deshalb eine bestimmte Begränzung für ihn zwar für den Augenblick bestehen und gesetzt werden kann, aber ihm auf die Dauer nicht zukommt, so wird auch die Unterscheidung der selbstthätigen, spontanen Bewegungen, welche an organischen Körpern ge-

Digitized by Google

schehen sollen, von den passiven übertragenen anorganischen nur mit Beschränkung von diesem Gesichtspunkte aus gewürdigt werden dürfen; auch die eigene Bewegung organischer Körper würde an letzter Stelle als eine übertragene anzusehn sein.

Dabei sind jedoch zwei Punkte zu Gunsten der Unterscheidung der organischen Bewegung in's Auge zu fassen. Einmal dass bei ihr, wenn sie auch auf Uebertragung von Kräften beruht, welche in Bewegung umgesetzt werden können, doch dieser Umsatz in Bewegung erst in ihnen geschieht, also eine einfach übertragene Bewegung ein für alle Male ausser Betracht bleibt, auch jener Umsatz geknüpft ist an die besonderen vom Organismus gegebenen Bedingungen. Das Zweite, zum Theil auf dem Ersten beruhend, ist, dass Ortsveränderungen in der Regel ersichtlich die Folge von Gestaltsveränderungen sind. Es ist das keine prinzipielle Forderung für organische Bewegung. Wie Wasserbewegung in höheren Pflanzen theils auf Kapillarität, theils auf Assimilation beruhend zu Stande kommt, so kann Bewegung einzelliger Algen im Wasser zu Stande kommen, in Folge der Anziehung und des Stoffwechsels, ohne dass die geringste Formveränderung oder Verschiebung von Theilchen im Innern sichtbar zu werden brauchte. In der Regel fehlt es aber an Mitteln, die inneren Veränderungen, welche organische Körper bei Bewegungen im Raume durchmachen, in Veränderungen der äussern Gestalt oder der Lage innerer unterscheidbarer Theilchen zu erkennen, nicht. So gilt uns Formveränderung oder Lagenveränderung der inneren Theilchen gern als ein Beweis von Bewegung aus eigener Leistung, organischer Bewegung.

Wir zögern nicht, es den Kräften der anorganischen Natur zuzuschreiben, und sorgen weiter nicht darum, wenn ein Körnchen irgend einer Substanz ein Quantum Flüssigkeit gegen die Schwerkraft an sich zieht und sich damit umkleidet, wenn andererseits sehr kleine Partikelchen fester Körper in Flüssigkeiten, deren Mischung ungleich ist und ausgleichende Strömchen bildet, hin- und hergetrieben werden (Brown'sche Molekularbewegung). Wir können in solchem Falle feste Körper nehmen, welche sich dabei gar nicht verändern. In organischen Körpern dagegen lassen die Beziehungen, welche sie bis dahin zur Aussenwelt hatten, und welche auf sie einwirkten, in einer Weise, welche auch hätte ihren weiteren Ausdruck in Bewegung finden können, sich ganz abgelöst denken von der etwa später stattfindenden Bewegung, und diese von den etwa gerade vorher gegangenen Einflüssen. Wie sie im Allgemeinen, in Folge der ihnen möglichen und nöthigen inneren Ungleichheiten, sich Aeusseres zu eigen machen können, ohne es gleich zu verbrauchen, so verhält sich das für sie auch mit der Bewegung; sie zeigen Bewegung, welche in dem Augenblicke ihnen nicht von Aussen übertragen, nicht durch Aufnahme von Aeusserem, sondern durch die Umänderungen

Digitized by Google

in ihnen selbst erzeugt oder doch wesentlich bestimmt wird. Am meisten entfernt von dem Organischen würde stehen ein anorganischer Körper, welcher gänzlich unveränderlich, auf alle äusseren Einwirkungen nur mit Bewegung im Raume antwortet, Alles sofort und gänzlich damit begleichend. Bei übrigens gleichen Umständen thun das am ersten die kleinsten Körper.

Organische Körper in Menge und Beschaffenheit der Theile veränderlich, können also mit dem, was sie sich zu eigen machen, Spannkräfte sammeln und unter gewissen Umständen frei geben, aber die letzten Motive zu den an ihnen stattfindenden Bewegungen geschehen ebenso durch die chemischen, mechanischen und anderen physikalischen Beziehungen der Theile zu einander, wie die Bewegungen an anorganischen Körpern. Dabei ist, wie es scheint, für Protoplasmabewegung stets Oxydation und Kohlensäureausathmung Bedingung.

Wenn die eigene Bewegung allein oder wesentlich vom Protoplasma oder von aus diesem sich entwickelnden höheren Eiweisskörpern geschieht, herrührt von einer Umwandlung in diesen Substanzen und beglichen wird durch Aufnahme neuer Stoffe in der Ernährung und Ausscheidung der zur Unwirksamkeit heruntergesetzten, so würde für die Ausscheidung auch überall in Betracht kommen der Stickstoffgehalt der Eiweisskörper. Bei den Thieren sind dem entsprechend stickstoffhaltige Ausscheidungen ganz verbreitet, theils als Säuren, Harnsäure, Hippursäure, theils als Basen Harnstoff, Kreatin, Leucin, Guanin, und die Abscheidungen, welche noch mechanisch dienen, Chitin, Fibroin, Serolin, Konchyolin, in Insektenhäuten, Schwammfasern, Seide, Muschelschalen sind ebenfalls stickstoffhaltig. Bei Pflanzen werden diese an sich geringen stickstoffhaltigen Abfälle der Protoplasmaarbeit wie stickstoffhaltige zugeführte Körper in der Regel wieder assimilirt in der Antithese des Verbrauchs und des Aufbaus organischer Substanz, und stickstoffhaltige Exkretionen können nur unter besonderen Umständen wahrgenommen werden. So treten an Stelle der stickstoffhaltigen Säuren die stickstofffreien Apfelsäure, Oxalsäure, Citronensäure, Kumarinsäure und viele andere neben der ausgehauchten Kohlensäure auf und die abgeschiedene Zellulose ist stickstofflos. Doch giebt es auch in den Pflanzen neben den stickstoffreichen arbeitenden Protoplasmamassen oder den in Samen und Früchten in Reserve gelegten dem Albumin, Kasein, selbst in der Papajafrucht, nach Vauquelin, dem Fibrin entsprechenden Körpern, stark stickstoffhaltige abgeschiedene Basen von hervorragenden Eigenschaften wie Strychnin, Kaffein, Morphin, Nikotin und andere, welche, auf thierische Körper stark einwirkend, sicher auch beim Keimen der Pflanzensamen, in welchen sie vorkommen, einen Einfluss üben. Gorup Besanez hat übrigens neben Asparagin während des Keimprozesses der Wicken auch Leucin von den durch Kochen gewonnenen Eiweisskörpern

Digitized by Google

absondern können, ein ebenso im thierischen Körper auftretendes Zersetzungsprodukt des Eiweisses. Die chemische Grundlage der fauligen Gerüche vieler Blüthen kann gewiss nicht bezweifelt werden. Wenn sich auch Förderung unserer Kenntniss aus genaueren Untersuchungen über alle Befunde und Vorgänge des Stoffwechsels erhoffen lässt, so ist doch anzunehmen, dass die Resultate immer mehr die Uebereinstimmung des Stoffwechsels, soweit auf ihm die eigene Bewegung beruht, in den Pflanzen und in den Thieren bestätigen, nicht aber Anhalt zu einer Sonderung geben werden?

Wir haben bis dahin diese Bewegung die eigene genannt und den gewöhnlichen Ausdruck der spontanen Bewegung mehr zurücktreten lassen, weil sich mit diesem die Voraussetzung eines Willens zu verbinden pflegt. Nach dem Gesagten ist es möglich, eine eigene Bewegung zu unterscheiden, wenn sie gleich an sich nicht scharf von der übertragenen gesondert und auch nur wegen der eigenthümlichen Verbindung mit der Ernährung und Erhaltung an den organischen Körpern von dem an dem Anorganischen Geschehenden abgetrennt erscheint. Ist es möglich, in dieser eigenen Bewegung eine spontane, willkürliche oder doch bewusste von einer unwillkürlichen, unbewussten zu unterscheiden und damit eine Gränze zwischen Thieren und Pflanzen zu gewinnen? Die Gränze würde dann durch das Bewusstsein oder, da dieses aus dem Empfinden herrührt, vielleicht durch die Empfindung gegeben sein. Ist es also möglich, nachdem die eine der sogenannten animalen Eigenschaften, die Bewegung, als Kriterium hinfällig geworden ist, die andere, die Empfindung, zu retten?

Empfindung kann nur erschlossen werden aus Bewegung, Ortsbewegung, Formveränderung. Der Schluss ist aus Analogie; wir haben im ersten Buche darüber geredet. Die Frage wäre: kann ein Theil der auf sonst merkliche, äussere, oder nur aus der Bewegung selbst erschlossene, innere Reize, Antriebe geschehenden Bewegungen an organischer Substanz mit mehr Recht mit denen verglichen werden, welche wir selbst auf Empfindungen hin und mit Bewusstsein vornehmen. Das Bindeglied würde hier der Nutzen sein, für welchen man gewöhnlich Zweck, Absicht, Wille einschiebt. Von oben an ist das das schwierigste biologische Kapitel. Die Frage scheint im Prinzipe nur so gelóst werden zu können, dass man statt „freier Wille" ein für allemal „Wille" setzt. Dass unser Wollen nicht etwas für sich Stehendes, Freies sei, sondern aus unserer Erfahrung, unserem Erlebten, geistig wie körperlich, so wie es im Augenblick ist, hervorgehe, wird wohl überhaupt nicht bezweifelt. Der Streit dreht sich nur darum, ob etwas für sich Wirksames, Entscheidendes vorhanden sei. Die Frage wird vereinfacht, wenn wir den Willen nur als Bewusstsein der Folgen dessen, was wir thun oder was thuend wir uns uns vorstellen, verstehen, als Bewusstsein des Effektes, des Nutzens im weitesten Sinne des Wortes, des uns Bequemen, des aus uns Resul-

Digitized by Google

tirenden. Das Bewusstsein bliebe darum immer eine undefinirbare Eigenschaft, aber das Störende, was aus dem sogenannten freien Willen erwächst, welchen man sich im Gegensatze, in Willkür, gegenüber dem naturnothwendig Geschehenden, vorzustellen pflegt, käme in Wegfall. Dass dieses Bewusstsein, welches auf Erkenntniss und Erinnerung beruht, darum weniger wunderbar und gross sei, kann nicht behauptet werden; die Thatsachen bleiben dieselben.

Um Bewegungen organischer Körper daraufhin einer Untersuchung zu unterziehen, ob sie Willen anzeigen, spontan seien, hat es dem entsprechend auch kein anderes Mittel gegeben, als zu prüfen, ob in den Bewegungen etwas sei, was Erkenntniss des Nutzens der Bewegung, also Erkenntniss der Beziehungen der verschiedenen Umgebung für den organischen Körper, und Erinnerung, Möglichkeit der Sammlung von Erfahrungen, beweise. Jede Bewegung, welche das Nützliche sofort, oder doch nach einigen Umwegen, Erfahrungen über den Nachtheil anderer Bewegung oder der Bewegungslosigkeit, trifft, muss danach den Eindruck einer bewussten Bewegung, einer gewollten, nach dem Verständniss Anderer einer willkürlichen, aus freiem Willen gewählten machen. Man müsste also die Bewegungen in nützliche, d. h. den Gang des Lebens fördernde und unnütze oder schädliche eintheilen. Der Gang des Lebens, das Gedeihen muss dabei im weiteren Sinne genommen werden, so dass das an einem Theile gebrachte Opfer im Interesse eines grossen Ganzen als nützlich angesehen werden kann. In diesem weiteren Sinne werden diejenigen Bewegungen, welche am allerschwersten ausgelöst werden, am sichersten nützlich sein, diejenigen, welche am leichtesten eintreten, wenn auch einerseits möglicher Weise den stärksten Nutzen bringend, doch auch andererseits am kostspieligsten sein und am meisten Gefahr laufen, nutzlos verwandt zu werden; die leichte Auslösung wird für den Nutzen die stärksten Schwankungen bringen.

Wenn wir Beispiele wählen, so finden wir die Bewegung eines pflanzlichen Spermatozoids während einer gewährten Zeit lebhaft fortdauern; falls es durch seine Bewegung, vielleicht in Combination mit einer Wasserströmung oder etwas Anderem, an eine Oosphäre gelangt, wird durch die Begegnung für diese Pflanzenspezies ein förderlicher Effekt, Befruchtung, Fortpflanzung erreicht. Die Bewegung ist in diesem Sinne nützlich, obwohl sie einen sehr unbestimmten Charakter trägt, mehr vom Zufalle für das Ziel abhängig erscheint, vielleicht nur an letzter Stelle durch eine Anziehung der Oosphäre gefördert, geleitet. Wenn in den Zellen von Mnium, wie Famitzin berichtet, die Chlorophyllkörnchen am Tage von den Seitenwänden, welchen sie bei Nacht anlagerten, gegen die oberen und unteren Wände hinziehen, so ist das für die Chlorophyllarbeit in der Beleuchtung nützlich, ebenso, wenn die freibeweglichen chlorophyllführenden Euglenen sich ganz dem Lichte zu bewegen. Es ist gar nicht unmöglich, dass die rothen

Digitized by Google

Punkte, Ehrenberg's Augenflecke, dabei als ganz besonders leicht die dazu nöthigen Vorgänge einleitende Körper anzusehen sind und dabei doch die ganze Bewegung, wenn auch nicht wie Naegeli das für Diatomeen meinte, auf blosse Attraktion und Emission von Flüssigkeit zurückzuführen, doch ganz und gar als die direkte mechanische Folge chemischer Attraktionen zwischen dem Inneren des organischen Körpers und der Aussenwelt zu betrachten sind. Die Sache wird nicht anders, wenn wir Form- und Ortsveränderungen aus amöboider Bewegung nehmen, oder wenn wir eine Flagellate mit ihrer Geissel an fremden Körpern herumspielen sehen, bis sie endlich zur Ruhe, zum Festwachsen und Auswachsen kommt. Im einzelnen Falle ist da kaum zu entscheiden, ob nur die Bewegung im Allgemeinen nützlich war, dadurch, dass sie die Keime in Ablauf der Wechselwirkung ihrer Substanz und des lufthaltigen Wassers u. s. w. nach allen Richtungen hin ausstreute, in solcher Zahl, dass das Zugrundegehen Vieler gleichgültig ist, oder ob die spezielle Form und Dauer der Bewegung, indem sich solche nach bestimmter Richtung, gemäss den Umständen, richtete und ihr Erlöschen auch von besonderen Umständen ausserhalb des bewegten Organismus bedingt wurde. Geht im letzteren Fall, wie oben die Euglenen zum Licht, ein solcher Körper mit Bevorzugung an den besseren Ort, wird er ruhend an der besseren Stelle, wer mag dann sagen, dieser thut das nur in Folge der im Augenblicke auf ihn stattfindenden Einwirkungen, seine Bewegung wird nur mechanisch bestimmt, jener aber aus Erkenntniss oder doch, er hat zugleich Erkenntniss des erwachsenden Nutzens, er vollführt diese Bewegung bewusst, mit Willen, getrieben von schon früher an ihm Geschehenem, und wer wieder kann da noch Instinkt und freien Willen unterscheiden?

Eine Diatomee geht mit ihren leisen zitternd schwankenden Bewegungen mit einer Schnelligkeit von drei bis fünfzig Centimetern in der Stunde dem Lichte zu, sie stösst an einen Gegenstand, prallt zurück und kommt in etwas veränderter Richtung wieder heran. Bei den Beobachtungen unter dem Mikroskop ist es wegen der besonderen und engen Verhältnisse gewöhnlich, dass sie wiederholt anstösst, nicht am Hinderniss vorbei kommt, alle ihre Bewegungen nutzlos, planlos, erscheinen. Was aber könnte wohl im Allgemeinen für eine Diatomee nützlicher sein, als immer wieder dem Lichte zuzustreben, welches ihr den offenen Weg zeigt und sie an Stellen führt, wo sie lebhafter assimiliren kann. Soll man einen höheren Anspruch erheben, dass der scheinbare augenblickliche Nutzen um eines zukünftigen willen ausser Acht gelassen werde, und wo soll die Gränze gezogen werden? Oder hat etwa der bewusste, Pläne machende Mensch, stets die Kraft, seine Pläne durchzuführen? Könnte man nicht behaupten, es sei der Diatomee in ähnlicher Weise schmerzlich, nicht an jenem Hindernisse

Digitized by Google

vorbei zu kommen, als uns, wenn uns der Strom und der Wind statt in den Hafen auf Klippen führen?

Wäre das Chlorophyll allen Pflanzen und nur ihnen eigen, oder doch überall in Pflanzen eine ähnliche arbeitende Substanz vertreten, und das auch in beweglichen abgesonderten Theilen, Organen, von Pflanzen, und dieses Chlorophyll so stark thätig, dass auch in solchen die pflanzliche Assimilation im Lichte alles Andere überwöge,. dann würde wohl alle pflanzliche Bewegung sich zum Lichte bestimmter Wellenlänge wenden und daran erkannt werden können. Da das aber keineswegs der Fall ist, so werden die Bewegungen an Pflanzen zum Theil nach ihrem Charakter nicht von thierischen unterscheidbar sein und wenn nicht andere Hülfsmittel, welche sich auf die Bewegung mit beziehen und sie weiter erläutern können, gegeben sind, werden auf Art der Bewegung, ob gewollt, bewusst, ob auf Empfindung, Reizung zweckmässig, nützlich oder ohne das Alles geschehend, die Gränzen zwischen Thieren und Pflanzen nicht gezogen werden können, weil auch die Bewegungen der Pflanzen für ihr Gedeihen nützlich sind und die Gränzen zwischen dem Nutzen und den höheren Kategorieen nicht gezogen werden können. Wenn wir aus der Bewegung einen bestimmten Anhalt nicht zu gewinnen vermögen, so fällt damit auch das Kriterium der Empfindung weg, da wir diese nur aus Bewegung erschliessen können.

Wenn wir Ausgang nehmen von höheren Thieren, so finden wir bei ihnen als Grundlage einer sehr hohen Differenzirung der Gewebe und Organe in Bau und Leistung die Sonderung einer Gruppe von Geweben, welche wir in dem Kapitel von der Summirung und Differenzirung der einfachen Bestandtheile als ein mittleres Blatt oder eine mittlere Lage von den kontinuirlichen äusseren und inneren epidermoidalen oder epithelialen unterschieden haben und welches sehr gewöhnlich durch das Coelom in ein der äusseren, sekundär annimalen, und ein der inneren, sekundär vegetativen, zugetheiltes Gewebslager getheilt, doch in diesen Theilen in sehr wichtigem Zusammenhang und geweblicher Congruenz blieb. Dieses mittlere Blatt, in unserem Sinne, welchem wir also alle Muskeln, Nerven, Bindegewebsbildungen einschliesslich Knorpeln und Knochen zutheilen, ist, es mag zu mehr oder weniger vollkommener Organisation ausgebildet werden, etwas, welchem bei Pflanzen nichts vergleichbar ist, und Alles was diese besondere Gewebsdifferenzirung ausbildet, kann auf eine Seite gestellt werden, während die von der äussersten oder innersten Zellschicht herrührenden Bildungen, Absonderungen oder Organentwicklungen für Thiere und Pflanzen sehr vergleichbar sind. Namentlich gilt das für die Drüsen der Pflanzen, gegen die Umgebung scharf abgesetzte Zellgruppen, welche sich auflösen und so einen, oft von besonderen Gewebsschichten umgebenen mit Exkreten, zumal ätherischen Oelen, erfüllten Hohlraum bilden, während auf ihrer Entwicklung

Digitized by Google

bei den Thieren die physiologische Erhebung der ektodermalen und endodermalen Oberflächenschichten beruht. Das gestattet, Thiere ohne Verdauungshöhle aufzunehmen, Thiere ohne Blutgefässe, Thiere ohne Coelom. Verlangt bleibt eine histologisch und physiologisch sich differenzirende Lage und zwar liefert die Differenzirung in ihrer Vollendung erstens Muskelgewebe, meist zweitens neben diesem und gegensätzlich, als Hülle, als Zwischensubstanz, in besonderer Modifikation und Aufbau von Skeleten der Bewegung durch Elastizität, Starrheit, Gewicht u. s. w. Widerstand leistende, sie gliedernde, richtende Gewebsarten, welche wesentlich aus dem Bindegewebe abgeleitet werden können, welche aber auch ersetzt werden können durch starre Absonderungen der epidermoidalen oder epithelialen Lager, und meist endlich drittens besondere nervöse Gewebe. Das Auftreten besonderer kontraktiler Zellen in Gewebskomplexen würde also alle diese Thiere auszeichnen und die Erhöhung des Thieres über die Pflanze würde in ihnen soweit gegeben sein. Diese Gewebsdifferenzirung noch unvollkommen eingeleitet würde nach Kleinenberg Hydra zeigen, aber wahrscheinlich mehr in mangelhafter räumlicher Sonderung des nesselkapseltragenden Ektoderms vom Mesoderm als in mangelnder geweblicher Differenzirung. Die Lager griffen hier in einander. Wenn man amöboide Zellbewegung ohne solche Differenzirung, arbeitende Wimpern, Geisseln, welche einzelne Zellen oder äussere Lager ausrüsten, ohne dass innen differenzirte kontraktile Zellen folgen, Spalten, welche zu Hohlräumen führen, solche Hohlräume selbst, auch wenn mit Drüsen ausgerüstet und durch Sekrete wirksam, Gefässe, soweit sie nicht begleitet werden von besonderen Lagen kontraktiler Zellen, wenn man Alles das nicht als Beweise thierischer Natur anerkennt, weil es in Reihen vorkommt, welche zu Pflanzen hinführen, welche dergleichen, dem Thiere Verglichenes, nicht zeigen, so stellt alle bei Pflanzen vorkommende Thierähnlichkeit sich zugleich heraus als nur Folge von besonderer Entwicklung einer äusseren Zelllage, welche wohl durch Einstülpung innerlich werden kann, welche es aber nicht zur Absonderung einer besonders hoch animalen Zwischenschicht gebracht hat.

Scheinbare Schwierigkeiten für Anwendung dieses Prinzips auf die Schwämme würden nach den Untersuchungen von Metschnikoff wegfallen *). Es hätte sich bei ihnen eine kontraktile und Skelet bildende Schicht von der die Aussenlage vertretenden, Wimpern tragenden abgesondert; die Ausbildung der letzteren, ihre Vertretung in Ektoderm und Endoderm könnte wohl mangelhaft sein, so dass jenes vermisst würde, das wäre aber sekundär und thäte der Entwicklung eines Mesoderms keinen Eintrag; das letztere bildete später die äusserste Lage.

*) Man vergleiche dazu die Anmerkung zu Seite 306.

Digitized by Google

Um weiter hinab Boden zu gewinnen, müsste man von den Wimperinfusorien die Gruppe der Spastica, der Vortizellen, Stentoren und Verwandten auslesen. Wenn auch nicht als Zelllager, doch als unterscheidbare Schichten und Stränge sind hier besondere kontraktile Elemente gegeben und an ihnen von Kölliker, Schmidt und Stein sogar Querstreifung nachgewiesen. Nach Leydig und Ed. van Beneden soll auch den Gregarinen eine besondere kontraktile Lage unter ihren Hüllen zukommen. Von dem Augenblick an, dass Zelllager nicht mehr deutlich charakterisirt sind, wird freilich alle Unterscheidung in dieser Beziehung unscharf.

Nur bevor man die Fortpflanzung der Thallophyten kannte, konnte man glauben, aus der Fortpflanzung Kriterien für die Gränze von Thieren und Pflanzen gewinnen zu können. Aus dem oben Gesagten geht schon hervor, dass bei Pflanzen unter den verschiedenen ihnen eigenen Befruchtungsweisen solche vorkommen, welche genau der den Thieren, bis zu den obersten, gewöhnlichen Weise gleichen; beiden Reihen kommt auch die Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege zu und die einiger Maassen eine Zwischenform bildende Fortpflanzung durch weibliche Sexualprodukte, welche der Befruchtung nicht bedürfen, wird, wie für Thiere, so auch wohl für einige Fälle bei Pflanzen festgehalten werden können. Es wäre vielleicht zulässig, die Conjugation als eine Vermehrungsmodalität zu bezeichnen, welche nur unter so niedrigen Organisationsverhältnissen möglich sei, dass wir alle Organismen, welche sich dieser Vermehrungsmodalität bedienen, von den Thieren ausschliessen sollten. Das würde dann auch auf Infusorien anzuwenden sein.

Es giebt demnach Eigenschaften, welche man, weil sie ausgezeichneten Pflanzen zukommen, als vorzüglich pflanzliche Eigenschaften bezeichnen kann: fester Abschluss der Zellen und starre Form durch Celluloseabscheidung; Beschränkung der Bewegung auf das Plasma in den Zellen mit geringer Reizbarkeit, seltener freie amöboide Wimper- und Geisselbewegung, nie besondere Bewegungsgewebe noch Empfindungsgewebe; reichliche Vermehrung durch Knospung und Theilung; Chlorophyllarbeit; Kohlensäurefixirung. Andere sind vorzüglich thierische: energische, rasch auf Reize reagirende Bewegung, auf Empfindung schliessen lassend; besondere Gewebe für Bewegung und meist für Empfindung; selten Vermehrung durch Knospung; deshalb das Individuum gewöhnlich gestaltlich abgegränzt, die Theile dem ganzen gut unterworfen; der Stoffwechsel zwischen ihnen nicht durch Cellulose verlangsamt; keine Chlorophyllarbeit, deshalb nur Verbrauch organischer Substanz, welche schliesslich von Pflanzen entnommen werden muss und fast immer vermittelst besonderer Verdauungshöhlen aufgenommen wird. Diese Eigenschaften sind in den verschiedenen Organismen ungleich verbunden, einige haben den Chlorophyllmangel und damit in der Hauptsache thierische

Digitized by Google

Ernährung mit der starren Gestalt und dem Mangel der freien Bewegung der Pflanzen, andere haben das Chlorophyll der Pflanzen aber die freie Bewegung der Thiere. Die starke Entwicklung pflanzlicher Charaktere schliesst die thierischen mehr und mehr aus und die Vervollkommnung der thierischen die pflanzlichen, aber nirgends giebt eine bestimmte Qualität oder Funktion eine unbedingte allgemeine Handhabe zur Unterscheidung. Die Verbindung und Vertheilung der Eigenschaften ist sehr ungleich in den verschiedenen Phasen des Lebens und den verschiedenen Theilen desselben Individuums. Auf den kritischen Gebieten muss nach einem Mehr und Weniger aus dem Gesammtbild der Lebensvorgänge entschieden werden, ob man den einzelnen Organismus nach dem Complexe seiner Eigenschaften dem Begriffe Thier oder Pflanze einordnen, d. h. ob man den Begriff so bilden will, dass er jenen Spezialfall zu umgreifen geeignet ist.

Auf alle Fälle, wenn man die Pflanzen als die Gruppe annimmt, aus welcher sich die Thiere erheben, gegen deren Eigenschaften sie sich also als höhere auszeichnen sollen, würden diejenigen Wesen, welche wirklich nicht über die Eizelle oder über den Eiplasmakörper hinauskämen, da dieses ganz den Pflanzen zukommende, diesen mögliche Bildungen sind, also nach Häckel's Charakteristik seine Ovularia, als Thiere nicht angesehen werden können. Man wird den Pflanzen hierhin eine Erweiterung geben müssen. Durch die Vermittlung der Myxomyceten kann ihnen alles Amöboide angeschlossen werden; wahrscheinlich durch die Saprolegnien werden die Gregarinen vermittelt, für welche Bütschli übrigens auch amyloide Substanz nachgewiesen hat. Für die Radiolarien werden solche verbindende Glieder noch zu bestimmen sein und wird es sich im Allgemeinen wegen deren eigenthümlicher, noch zu wenig verstandener Organisation, darum drehen, höhere Organisation ohne deutliche Zusammensetzung von Geweben aus Zellen zu vermitteln. Die Akineten würden sich den Amöben anschliessen und nur noch die Behandlung der Wimperinfusorien würde erhebliche Schwierigkeiten zu bieten scheinen, weil in ihnen nicht allein Bewegung von Wimpern sich mit Plasmakontraktionen zu raschen Gestalts- und Ortsveränderungen verbindet, die Bewegungen durch diese Lebhaftigkeit, den Wechsel, vielleicht auch dadurch, dass organische Körper die Anziehungspunkte darstellen, nicht das Licht anzieht, eher als bewusst erscheinen, sondern auch Mundöffnungen und bestimmte Afteröffnungen die allerdings auch in der Substanz der Amöben stattfindende Verdauung erheben, die Vakuolen bestimmtere Formen und geordnete Funktionen bekommen. Dazu kommt, dass sie ausser dem fraglichen Farbstoff des Stentor kein Chlorophyll, ausser den fraglichen, vielleicht auch nicht stickstofflosen Häuten eingekapselter Glaukomen u. s. w. keine Cellulose besitzen. Bei ihnen würden besondere Muskellager ohne deutliche Zellgliederung, bei Hydren und Spongien

Digitized by Google

neben deutlicher Zellgliederung als der Anfang thierischer Organisation auftreten. Durch solches Auftreten gesonderter Lagen kontraktiler Substanz wird die Beweglichkeit unabhängiger gestellt von dem, was im Augenblick dem übrigen Parenchym begegnet; das erhöht sich weiter, wenn früher Erfahrenes in einem besonderen Gewebe, dem Nervengewebe aufgespeichert sein und von dort aus erst später auf das Muskelgewebe wirken kann.

Obwohl der Unvollkommenheit aller Abgränzungen bewusst, möchten wir danach von den Protozoen nur die Infusoria ciliata als Thiere bezeichnen, mit Vorbehalt besserer Belehrung durch die noch nothwendigen weiteren Untersuchungen über ihren Bau und ihr Leben.

Digitized by Google

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Digitized by Google

Druckfehler.

Seite 1 Zeile 7 von unten lies „Es“ statt „Est“.
„ 5 „ 12 von unten lies „organische“ statt „organischer“.
„ 13 „ 15 von oben lies „Allgemeinen“ statt „Al gemeinen“.
„ 22 „ 1 von oben lies „degli Alessandri“ statt „degli, Alessandri“.
„ 23 „ 6 von unten lies „Thiere“ statt „Thieren“.
„ 33 „ 12 von oben lies „unkörperlichen“ statt „körperlichen“.
„ 49 „ 17 von unten ist das Komma zu streichen.
„ 50 „ 1 von unten lies „ein“ statt „in“.
„ 54 „ 1 von oben lies „tomie“ statt „omie“.
„ 61 „ 4 von unten lies „Kammer“ statt „Kammcr“.
„ 72 in der Figurenerklärung lies „Flusskrebses“ statt „Fluss rebses“.
„ 84 Zeile 10 von unten lies „Verlagerung“ statt „Vorlagerung“.
„ 87 „ 7 von oben lies „des Tyrosin“ statt „das Tyrosin“.
„ 97 „ 19 von unten lies „bildet“ statt „dildet“.
„ 109 „ 10 von oben lies „Essigsäure“ statt „Essigsäuren“.
„ 110 „ 6 von unten lies „Protamin“ statt „Protein“.
„ 119 „ 11 von oben lies „allergewöhnlichsten“ statt allgewöhnlichsten“.
„ 120 „ 20 von unten fehlt hinter „Cestoden“ ein Komma.
„ 120 „ 12 von unten lies „Götte's“ statt „Göttes's“.
„ 131 „ 17 von unten lies „Zelllager“ statt „Zelllage“.
„ 137 „ 15 von oben lies „chaeten“ statt „hoeten“.
„ 139 „ 2 von oben ist das Komma nach „schwärme“ zu streichen.
„ 149 „ 4 (des Textes) von oben lies „Nylgau“ statt „Nylnu“.
„ 151 „ 14 von unten lies „der weitre“ statt „die weitre“.
„ 180 „ 5 von oben lies „diesem“ statt „diesen“.
„ 202 „ 18 von unten lies „gewelkten“ statt „gewolkten“.
„ 209 „ 21 von unten lies „Brut Stammenden“ statt „Brutstammenden“.
„ 258 „ 9 von unten lies „prorsa“ statt „prossa“.
„ 284 „ 15 (des Textes) von oben lies „auszufüllen“ statt „ausfüllen“.
„ 300 „ 16 von oben lies „gegliedert“ statt „geliedert“.
„ 310 „ 13 von unten lies „Ciliata“ statt „Ciliatae“.
„ 328 „ 15 von oben lies „Chroococcaceen“ statt „Chrooccaceen“.

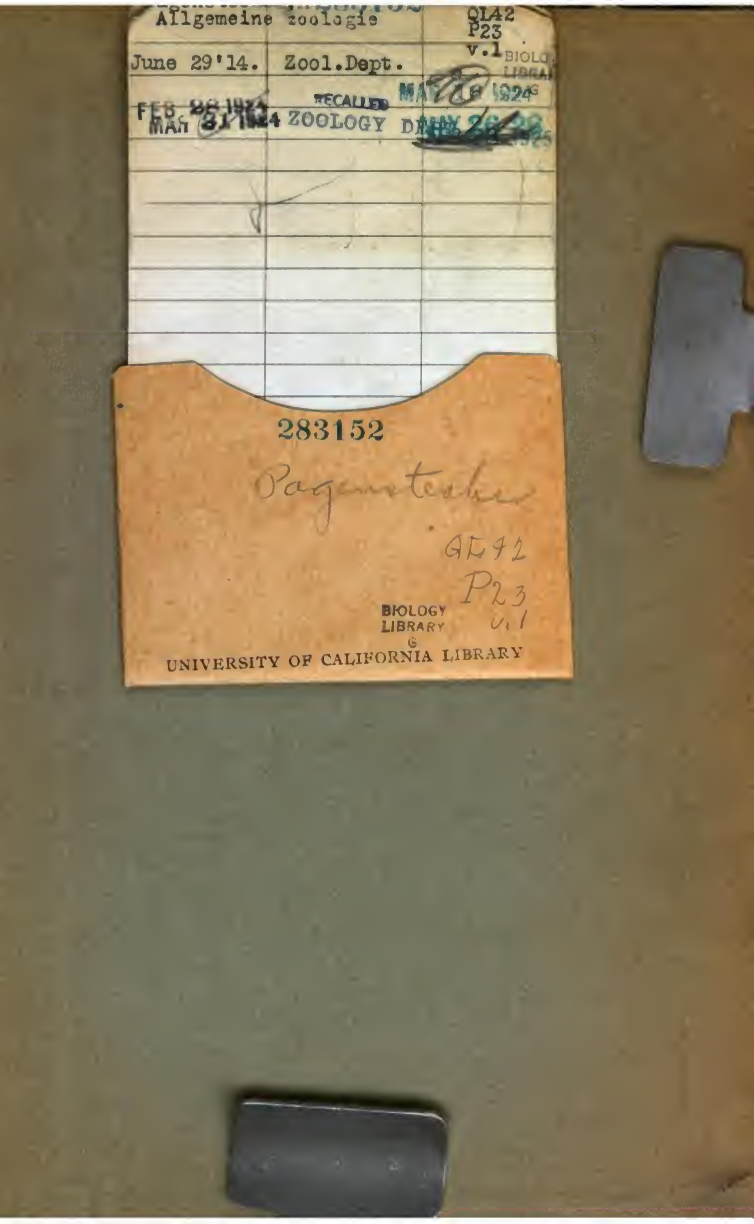
Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google



Digitized by Google


Allgemeine zoologie
QL42
P23
v.1
June 29'14.
Zool.Dept.
RECALLED
ZOOLOGY
283152
BIOLOGY
LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY


Digitized by Google